



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

**NÁVRH KOMUNIKAČNÍ SÍŤOVÉ INFRASTRUKTURY
SÍDLA FIRMY**

DESIGN OF COMMUNICATION NETWORK AT A COMPANY HEADQUARTER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Kohoutek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Vít Novotný, Ph.D.

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav informatiky
Student: **Jan Kohoutek**
Studijní program: Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Manažerská informatika
Vedoucí práce: **doc. Ing. Vít Novotný, Ph.D.**
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Návrh komunikační síťové infrastruktury sídla firmy

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretické podklady práce
Analýza současného stavu a požadavků
Rozbor možných řešení a výběr optimálního z nich
Vlastní návrh řešení
Závěrečné zhodnocení výsledků
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem bakalářské práce je návrh projektu řešícího zasíťování budovy firmy. Jedná se o řešení řešící jak výrobní, tak i skladové a administrativní prostory a zahrnující pevný i bezdrátový přístup k datovým službám s napojením do veřejného Internetu i možností připojení kamerového systému. Vstupem pro návrh je půdorys plánovaných prostorů a seznam požadavků na kabeláž, počet přípojek v daných typech místností, propustnosti přípojek a další, stanovené investorem. Práce bude obsahovat jak teoretickou průpravu, tak i rozbor požadavků a vlastní návrh řešení završený projektovou dokumentací včetně ekonomické rozvahy.

Základní literární prameny:

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů I: Univerzální kabelážní systémy. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů II: Kritické aplikace. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5240-4.

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů III: Integrovaná podniková infrastruktura. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5241-1.

KŘÍŽ, J. a P. SEDLÁK. Audiovizuální a datové konvergence. Brno: CERM, 2012. ISBN 978-80-724-784-0.

KUROSE, J. F. a K. W. ROSS. Počítačové sítě. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 978-80-2513--25-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně dne 28.2.2021

L. S.

Mgr. Veronika Novotná, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalářská práce se zaměřuje na zpracování návrhu projektu komunikační infrastruktury budovy firmy. Nacházejí se zde výrobní, skladové a administrativní prostory včetně Open Office kanceláří určených k pronájmu. Základními podklady pro práci jsou požadavky investora a půdorysy jednotlivých částí budovy. Výsledkem je analýza, návrh výběru jednotlivých komponent komunikační infrastruktury, projektová dokumentace a v samém závěru ekonomické zhodnocení.

Abstract

The bachelor's thesis focuses on the design of a communication infrastructure project for a company building. There are production, storage and administrative premises, including Open Office space for rent. The basic documents for the work are the requirements of the investor and the floor plans of individual parts of the building. The result is an analysis, a proposal for the selection of individual components of the communication infrastructure, project documentation and, at the very end, an economic evaluation.

Klíčová slova

Komunikační infrastruktura, Cat. 6, Open Office, optické vlákno, metalická kabeláž, konektivita

Keywords

Communication infrastructure, Cat. 6, Open Office, optical fiber, metallic cabling, connectivity

Bibliografická citace

KOHOUTEK, Jan. *Návrh komunikační síťové infrastruktury sídla firmy* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/135260>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Vít Novotný.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 16. května 2021

.....

podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Vítu Novotnému, Ph.D. za cenné rady, připomínky a poskytnuté konzultace v průběhu tvorby bakalářské práce, které mi pomohly zorientovat se v daném tématu a překonat řadu problémů, se kterými jsem se setkal. Také děkuji firmě DORM za poskytnuté podklady, bez nichž by nebylo možné práci zpracovat.

OBSAH

ÚVOD.....	12
CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ	13
1 TEORETICKÉ PODKLADY PRÁCE	14
1.1 Datová síť	14
1.2 Rozdělení sítí podle rozsahu	14
1.2.1 PAN – Personal area networks	14
1.2.2 LAN – Local area networks	14
1.2.3 MAN – Metropolitan area networks	14
1.2.4 WAN – Wide area networks	15
1.2.5 GAN – Global area networks.....	15
1.3 Fyzické topologie sítí	15
1.3.1 Sběrnice	15
1.3.2 Kruh	16
1.3.3 Hvězda	16
1.3.4 Strom.....	17
1.3.5 Polynom	17
1.4 Referenční model ISO/OSI	18
1.4.1 Fyzická vrstva	19
1.4.2 Linková vrstva	19
1.4.3 Síťová vrstva.....	19
1.4.4 Transportní vrstva	19
1.4.5 Relační vrstva	20
1.4.6 Prezenční vrstva.....	20
1.4.7 Aplikační vrstva.....	20

1.5	Komunikační infrastruktura	20
1.5.1	Horizontální linka a kanál	21
1.5.2	Třída a kategorie	21
1.6	Metalická kabeláž.....	22
1.7	Konstrukce kroucené dvojlinky a vliv na přenosové parametry	23
1.7.1	Impedance	24
1.7.2	Řešení přeslechů mezi páry kabelu.....	24
1.7.3	Řešení přeslechů mezi páry sousedních kabelů ve svazku	25
1.8	Optická vlákna	26
1.8.1	Konstrukce optického vlákna.....	26
1.8.1	Druhy přenosu v optickém vlákně	26
1.9	Konektivita metalické kabeláže	27
1.9.1	Přepojovací panely metalických kabelů	28
1.9.2	Datové zásuvky	29
1.10	Konektivita optických vláken.....	29
1.10.1	Přepojování optických vláken.....	30
1.11	Datové rozvaděče	30
1.12	Značení kabeláže a jejich prvků	31
1.12.1	Přímý identifikační kód	32
1.12.2	Reverzní identifikační kód.....	32
1.13	Zónová kabeláž.....	32
2	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU A POŽADAVKŮ	34
2.1	Popis společnosti DORM.....	34
2.2	Požadavky investora.....	34
2.3	Popis objektu.....	35
2.4.	Popis jednotlivých poschodí části A	36

2.4.1	Přízemí části A.....	36
2.4.2	První patro části A	37
2.5.	Popis jednotlivých poschodí části B	37
2.5.1	Přízemí části B	37
2.5.2	První patro části B.....	39
3	ROZBOR MOŽNÝCH ŘEŠENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍHO Z NICH.....	41
3.1	Rozmístění datových rozvaděčů	41
3.2	Kabelové trasy.....	41
3.3	Přepojovací panely	42
3.4	Uživatelské rozhraní.....	42
3.5	Aktivní prvky	43
3.6	Open Office kanceláře pro pronájem	43
4	VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ.....	45
4.1	Návrh sítě	45
4.1.1	Logické schéma	45
4.2	Počet portů a jejich umístění	46
4.3	Kabeláž.....	47
4.3.1	Kabeláž páteřní sekce	47
4.3.2	Kabeláž horizontální sekce	47
4.3.3	Pracovní sekce	48
4.4	Trasy kabeláže.....	48
4.4.1	Vedení horizontální a páteřní sekce v podhledech	48
4.4.2	Koncová část horizontální sekce.....	51
4.5	Přepojovací panely a uživatelské rozhraní	51
4.5.1	Patch panel.....	51
4.5.3	Datové zásuvky.....	52

4.5.4	Konektor	53
4.6	ODF a propojení optiky s aktivními prvky	54
4.7	Konsolidační bod	55
4.8	Datový rozvaděč.....	56
4.9	Aktivní prvky	57
4.10	Organizéry kabeláže	58
4.11	Další komponenty datového rozvaděče	59
4.12	Řešení uživatelského rozhraní ve výrobě	61
4.13	Připojení IP kamer	62
4.14	Značení prvků kabeláže	63
4.15	Co není řešeno ve vlastním návrhu	64
4.16	Ekonomické zhodnocení	64
ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ		66
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		67
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ		69
SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....		71
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....		72
SEZNAM PŘÍLOH.....		73

ÚVOD

Jedním ze základních kamenů fungujícího podniku je v dnešní době bezesporu rychlá a spolehlivá komunikace. Tu si dnes již nemůžeme představit bez komplexních komunikačních systémů. Nedílnou součástí těchto celků je komunikační infrastruktura. Pod tímto pojmem si můžeme představit veškeré technické prostředky, které se podílí na komunikaci, což zahrnuje jednotlivé kabelážní systémy, prvky konektivity, aktivní prvky, datové rozvaděče a mnoho dalších prvků, jejichž vyjmenování by zabralo opravdu spoustu času. Návrhem komunikační infrastruktury se bude zabývat tato bakalářská práce.

Konkrétně je zaměřena na zpracování návrhu komunikační infrastruktury pro budovu firmy nacházející se v obci Chrudichromy. Podnik se zaměřuje na výrobou nábytku a vybavení interiérů. V posledních letech firma přistavěla nové prostory v podobě dílny, která je již z větší části dokončená a probíhá v ní výrobní činnost podniku a administrativních prostor, ty ale nejsou zcela zhotoveny.

Původní objekt firmy by po přestěhování do nové přístavby zůstal nevyužitý, proto padlo rozhodnutí modernizovat vnitřní prostory a vytvořit zde kancelářské zázemí určené pro pronájem. Součástí dokončení nové přístavby a rekonstrukce starší části je vytvoření komunikační infrastruktury v celém podniku.

CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Cílem bakalářské práce je návrh projektu řešícího zasíťování budovy firmy. Jedná se o řešení řešící jak výrobní, tak i skladové a administrativní prostory a zahrnující pevný i bezdrátový přístup k datovým službám s napojením do veřejného Internetu i možností připojení kamerového systému.

V první části práce jsou popsána veškerá teoretická východiska, která slouží pro pochopení problematiky infrastruktury komunikačních systémů a následných částí této práce.

V druhé části je zpracovaná analýza současného stavu. Setkáme se zde se základními informacemi o podniku, požadavky investora, to celé doplněné o popis objektu včetně jednotlivých podlaží a místností.

Třetí část je zaměřena na rozbor jednotlivých možných řešení, která se nám nabízí a jeho stručný popis doplněný o informace vedoucí k tomu, proč bylo toto řešení zvoleno.

Poslední část pak představuje vlastní návrh řešení. Jsou zde uvedeny jednotlivé prvky sítě doplněné o vlastní popis, který má tyto části představit a nastínit způsob, jak je využít a sestavit z nich fungující celek. To vše je doplněné o projektovou dokumentaci a ekonomické zhodnocení.

1 TEORETICKÉ PODKLADY PRÁCE

První kapitola je zaměřena na teoretické podklady, které mají přiblížit nezbytné znalosti pro vypracování návrhu počítačové sítě a seznámit s teoretickými podkresy, z nichž poté vyplývá praktické řešení.

1.1 Datová síť

Pod pojmem datová síť si můžeme představit množinu zařízení, která jsou mezi sebou propojena za účelem výměny dat nebo sdílení svých prostředků podle předem vymezených pravidel a předpokladem pro spolehlivost komunikace. Datové sítě pak můžeme klasifikovat do různých druhů a typů podle nejrůznějších faktorů, kterými mohou být např. způsob, jakým jsou mezi sebou jednotlivé prvky sítě propojeny až po jejich rozmístění. [2, 4]

1.2 Rozdělení sítí podle rozsahu

Podle tohoto kritéria se sítě dělí většinou na PAN, LAN, MAN, WAN, GAN.

1.2.1 PAN – Personal area networks

Z uvedeného rozdělení se jedná o nejmenší síť. Pod pojmem osobní síť si můžeme představit například propojení našeho PC s chytrým mobilem. Spojení může být drátové např. přes USB nebo bezdrátové například v podobě Bluetooth. [4]

1.2.2 LAN – Local area networks

Sítě LAN se vztahují na jedno lokální místo, v jehož rámci pak zajišťují sdílení lokálních prostředků, jimiž mohou být např. multifunkční tiskárny, skenery, diskové prostory a aplikace. Setkáme se s nimi ve firmách, školách i v domácnostech. [3]

1.2.3 MAN – Metropolitan area networks

Jedná se o městské sítě, které propojují několik lokálních v rámci městské zástavby. Můžeme je označit jako určitý přechodový stupeň mezi LAN a WAN, jsou rozsáhlejší než LAN, ale menší v porovnání s WAN. Příkladem takovéto sítě může být například propojení poboček banky v rámci jednoho města. [3]

1.2.4 WAN – Wide area networks

Jsou to velmi rozsáhlé sítě, které realizují spojení na velké vzdálenosti. Mohou být realizovány v rámci měst, států nebo kontinentů. [3]

1.2.5 GAN – Global area networks

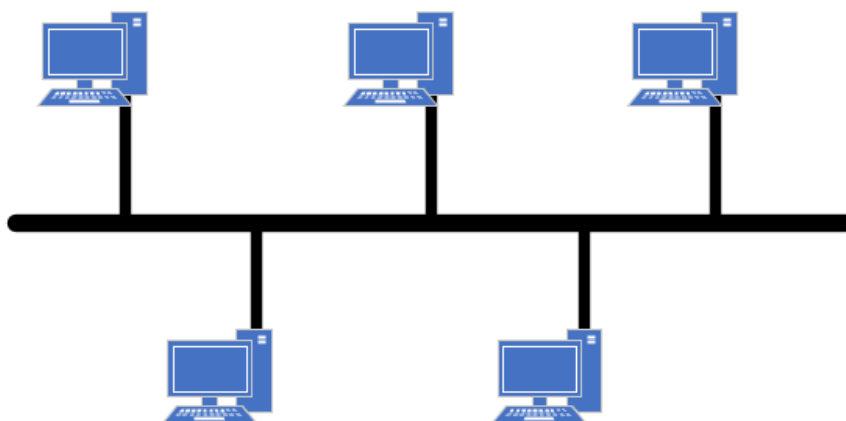
Pod tímto označením se nám ukrývají, jak již název napovídá celosvětové sítě. Rozsahem je ve své podstatě neomezená. Jako příklad této sítě, lze uvést největší z nich a tou je Internet. [4]

1.3 Fyzické topologie sítí

Topologie se dá definovat jako geometrické znázornění propojení jednotlivých prvků sítě. Rozlišujeme topologii fyzickou (jedná se o reálné uspořádání a napojení uzlů) a logickou (jedná se o způsob propojení, může se lišit od fyzického zapojení). Definujeme 3 základní topologie – sběrnice, kruh, hvězda, strom a polynom. [1]

1.3.1 Sběrnice

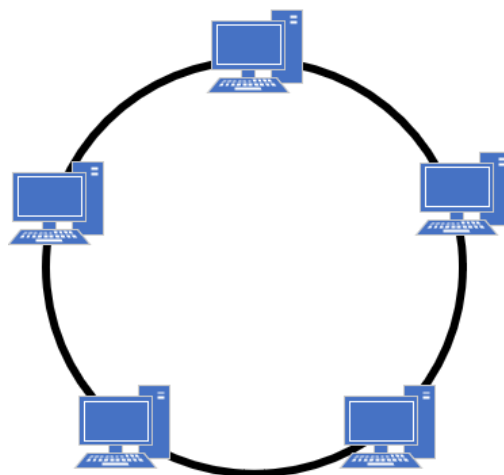
V topologii sběrnice se nachází hlavní (páteční) kabel, zařízení jsou k tomuto kabelu připojena například pomocí T-konektorů. Mezi výhody této topologie patří lehká instalace a malá spotřeba kabeláže. Nevýhody pak představuje náročná detekce poruch a jakékoliv přerušení sběrnice vyústí v nefunkčnost celé sítě. Dále musíme počítat s tím, že se zde nachází velký počet spojů. [3, 5]



Obrázek č. 1: Sběrnice topologie (Zdroj: Vlastní zpracování)

1.3.2 Kruh

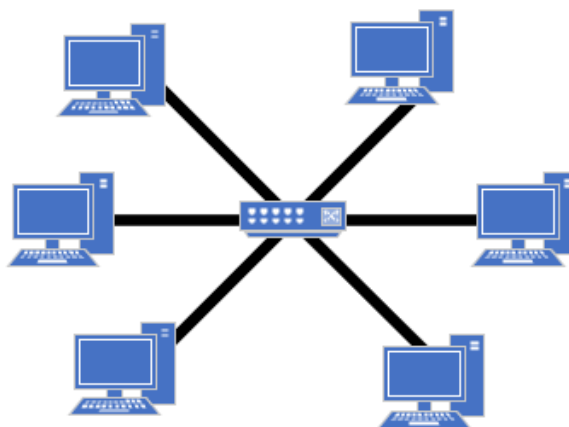
Každé zařízení je připojeno k dalším dvěma zařízení takovým způsobem, že jako celek vytvoří kruh. Dochází zde k postupnému předávání zpráv, prvky postupně posouvají data, dokud se nedostanou do cílového zařízení. Pokud dojde k přerušení vodiče, vyústí to v nefunkčnost celé sítě. [3, 5]



Obrázek č. 2: Kruhová topologie (Zdroj: Vlastní zpracování)

1.3.3 Hvězda

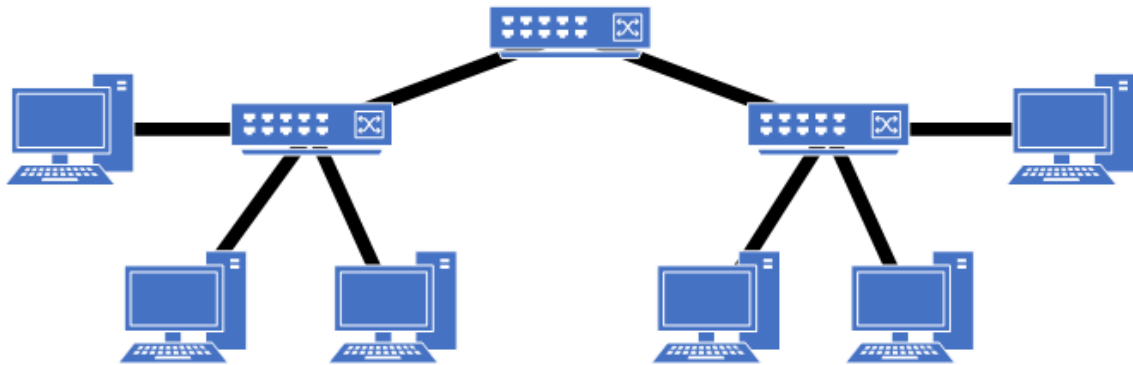
V pomyslném středu topologie se nachází centrální prvek rozbočovač (HUB) nebo přepínač (SWITCH), ke kterému je každé zařízení vlastním kabelem připojeno. Tohle řešení nám zajišťuje určitou robustnost sítě. Pokud nám vypadne spojení s jedním z koncových zařízení ostatní spolu budou schopny nadále komunikovat. Řešení nám také umožňuje poměrně lehkou detekci poruch. [3, 5]



Obrázek č. 3: Hvězdicová topologie (Zdroj: Vlastní zpracování)

1.3.4 Strom

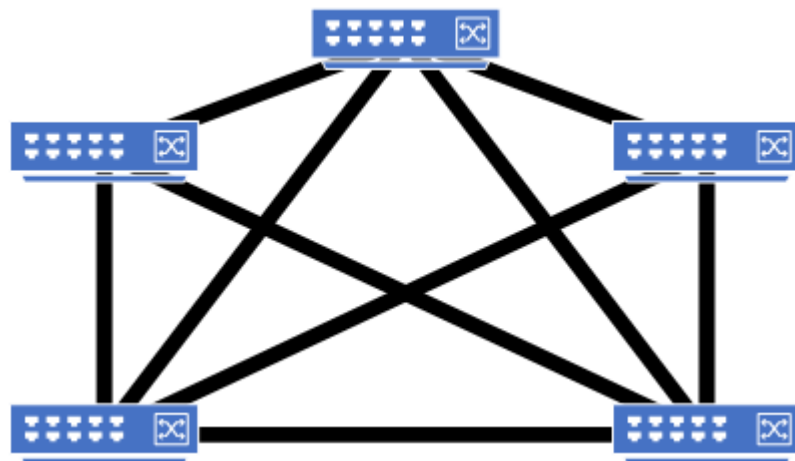
Topologii strom vytvoříme pomocí propojení aktivních prvků hvězdicových topologií, ty jsou také propojeny do topologie hvězda. S tímto řešením se setkáme ve větších organizacích. Jako příklad lze uvést školy, kde budou jednotlivé uzly v učebně propojeny do topologie hvězda a jejich centrální prvky budou spojeny opět do topologie hvězdy. [4]



Obrázek č. 4: Stromová topologie (Zdroj: Vlastní zpracování)

1.3.5 Polynom

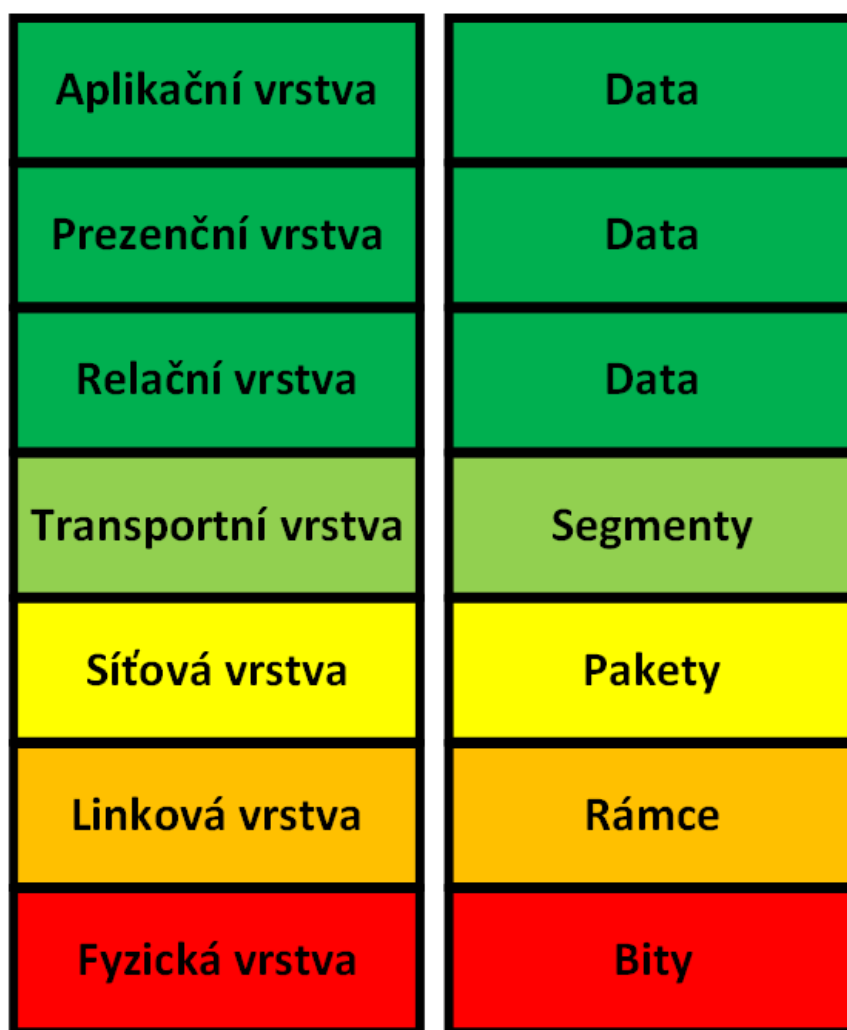
Polynom je jen jeden z možných názvů pro tuto topologii, můžeme se setkat i s označeními polygon, mesh a mříž. Jedná se o několikanásobné propojení uzlů. Rozlišujeme úplný polynom, zde je realizováno spojení každého uzlu s každým, a neúplný polynom, kde jsou některé spoje vynechány a spojeny jsou jen vybrané uzly. Výhodou je snadné řešení redundantních tras. [1]



Obrázek č. 5: Úplný polynom (Zdroj: Vlastní zpracování)

1.4 Referenční model ISO/OSI

Jedná se o model jednotně a strukturálně definující problematiku datové komunikace přes síť elektronické komunikace. V minulosti byly datové sítě vyvíjeny mnoha společnostmi. Organizace vyvíjely tyto systémy samostatně, což mělo za následek, že jednotlivé systémy od různých společností byly vzájemně nekompatibilní. To bylo nežádoucí pro jejich vzájemné propojování. Mezinárodní ústav pro normalizaci (ISO) proto zpracoval model, který definoval elektronickou síťovou komunikaci. Referenční model ISO/OSI se skládá ze 7 vertikálně uspořádaných a spolupracujících vrstev. Aplikační, prezenční a relační vrstva je zaměřena aplikačně, zatímco transportní, síťová, linková a fyzická vrstva se zabývají vlastním přenosem dat. [1, 3]



Obrázek č. 6: Referenční model ISO/OSI (Zdroj: Vlastní zpracování dle [2])

1.4.1 Fyzická vrstva

První vrstva referenčního ISO/OSI modelu nám říká, jaké bude použito fyzické přenosové médium, a definuje způsob jeho použití. Dochází zde k přenosu dat mezi odesílatelem a příjemcem v podobě transformace bitů či jejich skupin na symboly a poté na elektromagnetický signál, vrstva se nezajímá o význam bitů a pouze je předává při odesílání na médium (metalický či optický vlnovod či volný prostor) a při příjmu z elektromagnetického signálu obnovuje bity a ty předává vyšší linkové vrstvě. Na této vrstvě jsou řešeny hlavně technické parametry. Můžeme sem tedy zařadit druhy kabelů, jaké budou použity konektory, jakými signály jsou definovány logické jedničky a nuly. Linkové vrstvě nabízí službu „přijmi bit“ a „odešli bit“ zároveň zajišťuje, aby odeslaný bit byl přijat se stejnou hodnotou, s jakou byl odeslán. [2, 4]

1.4.2 Linková vrstva

Dochází zde ke spojování bitů do rámců a následně zajišťuje jejich přenos, jestliže mezi odesílatelem a příjemcem existuje přímé spojení. Síťové vrstvě poskytuje služby „odešli rámec sousednímu uzlu“ a „přijmi rámec ze sousedního uzlu“. Linková vrstva zjišťuje správnost rámců pomocí kontrolních součtů. Zároveň také musí být tato vrstva schopna vyhodnotit začátek a konec rámce. Probíhá zde také řízení toku, což nám zajišťuje, že příjemce nebude zahlcen odeslanými daty. Jsou zde řešeny kolize vznikající při přístupu ke sdílenému médiu. [4]

1.4.3 Síťová vrstva

Umožňuje nám za pomoci směrování (na základě znalosti topologie sítě víme, kam která data zaslat) přenášet data i mezi uzly, mezi nimiž neexistuje přímé spojení. Blok dat na této úrovni se označuje jako paket a pro adresaci jsou zde použity IP adresy. [4]

1.4.4 Transportní vrstva

Základní činností této vrstvy je dělba odesílaných dat na jednotlivé segmenty, které odešle síťová vrstva, a zajišťuje i obrácený proces, jímž je sestavení došlých segmentů do bloků. V případě, že tyto segmenty budou přijaty ve špatném pořadí, dokáže tento stav odhalit a uspořádat je správně. Slouží tedy jako jakýsi prostředník mezi 3 vrchními a 3

spodními vrstvami. Je implementována pouze v koncových zařízeních, kde přijatá data předává přímo programu, kterému náleží. [4]

1.4.5 Relační vrstva

Tato vrstva, jak již název napovídá, se zabývá relací (což můžeme v tomto případě definovat jako dobu, po kterou spolu uzly komunikují), stará se o vytvoření jedinečného spojení mezi uzly a jeho ukončení a zároveň o to, jaké spojení bude využito. [4]

1.4.6 Prezenční vrstva

Prezenční vrstva zpracuje data, která převzala na straně odesílatele od aplikační vrstvy, do vhodného a společného formátu pro vhodný způsob přenosu (buď komprese anebo šifrování) a pro srozumitelnost vůči příjemci zprávy (společně známý způsob kódování) tak, aby je nižší vrstvy dokázaly zpracovat, a na druhé straně upraví tato data do podoby, kterou je schopný příjemce vyhodnotit a předat je tak dané aplikaci. [4]

1.4.7 Aplikační vrstva

Slouží pro poskytování služeb různým aplikacím. Nezahrnují se sem však celé aplikace, ale jen jejich části, které jsou vhodné proto, aby byly pevně definovány a standardizovány. Příkladem může tedy být mechanismus pro přenos elektronické pošty, nebudeme tu ovšem zahrnovat uživatelské rozhraní pro čtení a odesílání e-mailu, které může být jakékoliv. [4]

1.5 Komunikační infrastruktura

Jedná se o seskupení technických a programových prostředků, která umožňují jednotlivým komunikačním systémům a jejich částem spolu komunikovat. Můžeme si pod tím představit jednotlivé druhy kabelů, konektorů, rozvaděčů, kabelových tras a mnoho dalších. Všechny tyto části poté vytvoří kabelážní systém. Nesmíme samozřejmě opomenout aktivní prvky. Celý tento systém by se dal přirovnat například k silniční dopravě nebo veřejné vodovodní síti. Dělí se na pasivní a aktivní infrastrukturu, práce se zaměřuje především na pasivní část, která je dále rozebírána. Její nedílnou součástí je kabelážní systém. [1]

Kabelážní systém můžeme rozdělit na čtyři sekce:

- Horizontální sekce – tímto pojmem označujeme vedení od datového rozvaděče do zásuvky na pracovišti. Vždy topologie Hvězda.
- Páteřní sekce – propojuje datové rozvaděče. Vždy topologie Hvězda, může být doplněno o redundantní vedení, tvořící přímou či nepřímou redundanci, které zajistí spojení v případě poruchy na hlavním spoji.
- Pracovní oblast – zahrnujeme sem připojovací kabely na pracovištích (ze zásuvky do PC) a kabely sloužící pro propojení v datovém rozvaděči.
- Datový rozvaděč – zde jsou umístěny organizéry kabeláže, aktivní prvky, chlazení, optické vany, přepojovací panely, ... [1]

1.5.1 Horizontální linka a kanál

Jakmile máme definován kabelážní systém a jeho rozdělení do čtyř částí, je potřeba přiblížit, co znamená horizontální linka a kanál.

Linkou označujeme propojení mezi konektorem v datové zásuvce a konektorem v přepojovacím panelu. Jeho maximálně délka může být 90 metrů u metalického vedení. [1]

Kanál tvoří linka, ke které přidáme ještě pracovní vedení, obsahují propojovací kabely na pracovišti a v datovém rozvaděči. Maximální délka je 100 m, z toho nám 90 m tvoří linka, tudíž na pracovní vedení nám zbývá 10 m. [1]

Musíme ale dávat pozor na to, že maximální délka kanálu a linky není délka kabelu, ale délka elektrického vedení, která je rozdílná díky kroucení jednotlivých párů. Musíme tedy uvažovat s nižší hodnotou maximální fyzické délky kabelu. [1]

1.5.2 Třída a kategorie

Dalšími důležitými pojmy je třída a kategorie.

Třída slouží ke zhodnocení nainstalovaného celku, kde je zahrnut i způsob provedení instalace. Kategorie slouží pro klasifikaci linky a kanálu na základě parametrů materiálu. [1]

Tabulka č. 1: Přehled tříd a kategorií (Zdroj: Vlastní zpracování dle [1])

Třída	Kategorie	Frekvenční rozsah	Využití
A	1	do 100 kHz	Analogový telefon
B	2	do 1 MHz	ISDN
C	3	do 16 MHz	Ethernet 10 Mbit/s
-	4	do 20 MHz	Token ring 16 Mbit/s
D	5	do 100 MHz	FE, ATM155, GE
E	6	do 250 MHz	ATM 1200
E _A	6A	do 500 MHz	10 GE
F	7	do 600 MHz	10 GE
F _A	7A	do 1000 MHz	10 GE

1.6 Metalická kabeláž

V dnešní době se u metalické kabeláže nejčastěji setkáme s kabely s několika kroucenými symetrickými páry. Nejčastěji ho tvoří 4 páry vodičů, ty jsou do sebe v páru zkrouceny, vše je uloženo v plášti kabelu. Můžeme se setkat s různými druhy konstrukčních řešení, ať už se jedná o kroucenou dvojlinku se stíněním nebo bez, různé druhy materiálu pláště, prvky pro prostorové oddělení párů, konstrukce vodiče (drát a lanko). Různé druhy těchto řešení nám vylepšují přenosové parametry, nebo jsou určeny pro použití v konkrétních případech. [1]



Obrázek č. 7: Kroucená dvojlinka (Zdroj: [7])

Rozlišujeme několik typů kabelů kroucené dvojlinky na základě jejich stínění, které je řešeno opletením nebo fólií. Stínění brání před průnikem elektromagnetického pole z kabelu do vnějšího prostředí a z vnějšího prostředí do kabelu. Rozlišujeme nestíněný kabel, stíněný kabel, stínění jednotlivých párů v kabelu nebo kombinací dvou posledních uvedených. Značení je uvedeno v tabulce níže. Existuje rozdíl mezi značením v anglicky mluvících zemích a zemích německy mluvících, který je patrný v této tabulce. Německé značení nám přesněji popisuje provedení kabelu. [1]

Tabulka č. 2: Typy kabelů (Zdroj: Vlastní zpracování dle [1])

Anglické značení	Německé značení	Popis
UTP	U/UTP	Nestíněný kabel
STP	S/UTP	Kabel stíněný opletením
FTP	F/UTP	Kabel stíněný fólií
STP	SF/UTP	Kabel stíněný opletením a fólií
ISTP	S/FTP	Kabel s individuálním stíněním párů fólií a celkově opletením
ISTP	F/FTP	Kabel s individuálním stíněním párů fólií a celkově fólií
ISTP	U/FTP	Kabel s individuálním stíněním párů fólií a celkově nestíněný

1.7 Konstrukce kroucené dvojlinky a vliv na přenosové parametry

Na základě konstrukce vodičů v kabelu párových symetrických kabelů se můžeme setkat s drátem a lankem (licna). U drátu je vodič kabelu tvořen jedním měděným drátem, je méně ohebný, a proto se používá pro neflexibilní vedení např. pro propojení datové zásuvky s patch panelem. Lanko je na rozdíl od drátu tvořeno svazkem několika tenčích drátků, což zajišťuje dobrou ohebnost, je určeno pro flexibilní vedení, třeba pro propojení koncového zařízení a datové zásuvky. [1]

Další, co nás může při výběru kabelu zajímat, je jeho plášť. Jednotlivé materiály pláště mají různé vlastnosti (poréznost, pracovní teploty, ...), proto vždy volíme podle toho, jakým vlivům bude plášť vystaven. Pokud vybíráme kabel pro umístění do objektu, kde je velký pohyb osob, musíme zvolit bezhalogenový materiál pláště, který při případném hoření neprodukuje jedovaté zplodiny. Příklady materiálů pláště jsou PVC nebo polyuretan. [1]

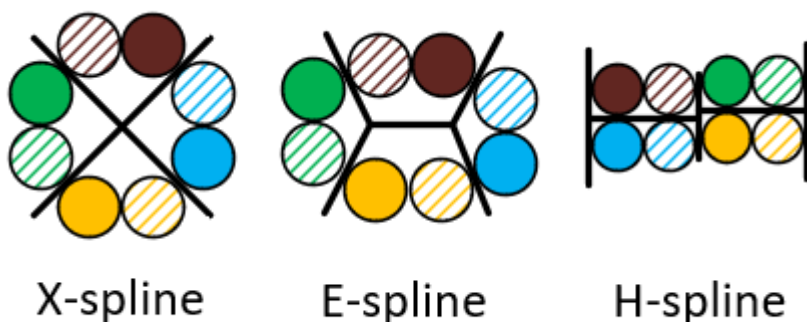
1.7.1 Impedance

Impedance vedení, a především podélná stabilita impedance vedení je nejdůležitějším parametrem, který ovlivňuje kvalitu přenosu a zároveň má vliv na většinu ostatních přenosových parametrů. Pro dobrou stabilitu impedance je nutné udržování stejné vzdálenosti os obou vodičů v páru, rozměry a chemické složení vodičů po celé délce vedení. Jestliže dojde k narušení podélné stability impedance oddělením vodičů v páru, např. při ohybu, vytvoří se nežádoucí odrazy signálu, šumy a přeslechy. Tento problém nám pomohla vyřešit technologie svařeného páru, vodiče jsou spolu spojeny, což zajišťuje lepší symetrii páru, než pokud jsou vodiče do sebe jen zkrouceny, a také nedochází k oddělení jednotlivých vodičů páru při ohýbání nebo jiných mechanických námáhách. [1]

1.7.2 Řešení přeslechů mezi páry kabelu

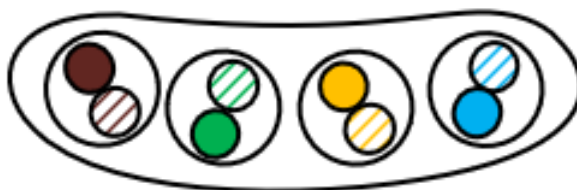
U kabelů do Cat. 5 (do 100 MHz) včetně se pro omezení přeslechů mezi páry kabelů využívá rozdílné výšky závitů zkroucených párů. Pro vyšší kategorie je však nutné využít ještě dalších opatření. [1]

Jedním z řešení je vložení separačního prvku, který zvětší vzdálenost mezi páry v kabelu. S tímto postupem se můžeme setkat u Cat. 6 a 6A. Zde se nám nabízí čtyři možnosti: separační páska, X-spline, E-spline a H-spline. U X-spline jsou všechny čtyři páry vzdáleny stejně, dva elektricky, delší páry jsou ovšem náchylnější k přeslechnu, tuto problematiku nám řeší E-spline, který tyto delší páry oddělí větší vzdáleností. H-spline pak od sebe ještě více vzdaluje veškeré čtyři páry. [1]



Obrázek č. 8: Separační prvky (Zdroj: Vlastní zpracování dle [7])

U Cat. 6 a 6A se nám dále nabízí využití jiného tvaru průřezu kabelu, např. plochý kabel, který nám zajistí větší vzdálenost mezi páry. [1]



Obrázek č. 9: Plochý kabel (Zdroj: Vlastní zpracování dle [7])

Dále můžeme využít stínění jednotlivých párů kabelu, používá se u Cat. 6A, 7 a pro vyšší kmitočty 1000 MHz a více. [1]

1.7.3 Řešení přeslechů mezi páry sousedních kabelů ve svazku

Přeslechy nevznikají jen mezi páry v kabelu, ale také mezi páry blízkých kabelů v kabelovém svazku. Pro řešení tzv. Alien přeslechů se nám nabízí dva postupy. Prvním z nich je zvětšení vzdálenosti mezi kabely ve svazku, toho můžeme docílit pomocí zvětšení tloušťky pláště kabelu, popřípadě volby vhodného tvaru průřezu kabelu, jakým pro nás může být trojúhelník. Dále lze využít technologie, které nahrazují tloušťku pláště. Mezi ně se řadí H-Spline, ten svými rozměry a tvarem zajistí větší vzdálenost mezi páry vedlejších kabelů a jako druhá možnost se nám nabízí zavedení distančního segmentu omotaného kolem párů kabelu pod plášť. Lze využít i různých organizérů kabelových svazků. [1]

Druhým postupem, jak snížit tyto nežádoucí přeslechy, je použití Alien bariéry, do čehož řadíme Matrix pásku (využívaná u UTP kabelů) a stínění kabelů nebo párů. [1]



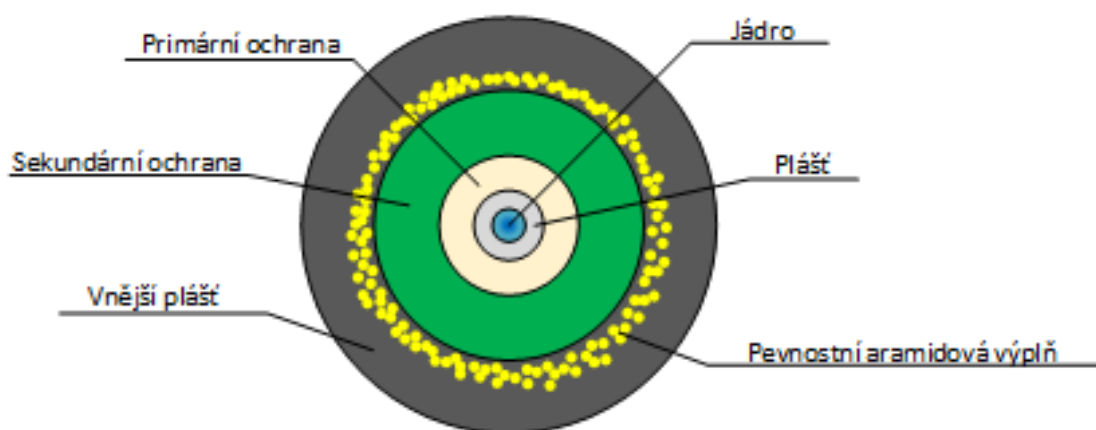
Obrázek č. 10: Trojúhelníkový tvar kabelu (Zdroj: Vlastní zpracování dle [7])

1.8 Optická vlákna

U optických vláken se pro přenos dat místo elektrického signálu, který se využíval u metalické kabeláže, využívá světelného paprsku. Ten nám umožňuje přenos na velké vzdálenosti, dosáhnout velké přenosové kapacity a obrovských přenosových rychlostí. S tímto způsobem přenosu nám zároveň zaniká velký objem problémů při přenosu pomocí elektrického signálu, jako příklad lze uvést rušení. [1]

1.8.1 Konstrukce optického vlákna

Jednotlivými částmi optického vlákna jsou jádro, v němž jsou přenášeny světelné paprsky, plášť, ten slouží jako odrazná vrstva, primární ochrana, ta je řešena akrylátovým lakem, a sekundární ochrana, tu rozlišujeme na těsnou – plastová bužírka a volnou – tekutý gel. [1]



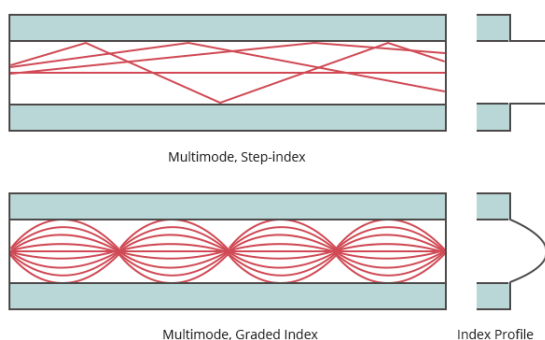
Obrázek č. 11: Příklad konstrukce FO (Zdroj: Vlastní zpracování dle [1])

1.8.1 Druhy přenosu v optickém vlákně

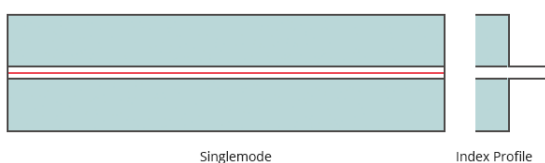
Setkáme se zde s dvěma druhy přenosového módu, jimiž jsou Multi-Mode (MM) a Single-Mode (SM).

MM se používá především pro kratší vzdálenosti. V optickém vlákně se vyskytuje několik světelných paprsků odrážejících se pod různým úhlem, což způsobí, že světelné paprsky dojdou k příjemci v různém čase, a to může způsobit zkreslení signálu. Rozlišujeme zde skokový (Step-index) a gradientní index (Graded-index) lomu. [1, 3]

Mezitím co u SM prochází vláknem jen jediný světelný paprsek, ten putuje jádrem a odráží pouze v záhybech optického vlákna. SM disponuje lepšími optickými vlastnostmi, přenášením signálu na větší vzdálenosti a vyšší přenosovou kapacitou. [1, 3]



Obrázek č. 12: MM vlákno (Zdroj: [9])



Obrázek č. 13: SM vlákno (Zdroj: [9])

1.9 Konektivita metalické kabeláže

S prvky konektivity se setkáváme na obou stranách zakončení linky. Základními pojmy v této problematice jsou PORT, JACK (zásuvka) a PLUG (zástrčka). Portem rozumíme veškeré konektory v aktivních prvcích, přepojovacích panelech nebo datových zásuvkách. Jackem rozumíme port např. v datové zásuvce, do kterého nastrčíme plug, ten se bude nacházet na připojovacím kabelu. [1]



Obrázek č. 14: Jack a plug (Zdroj: [10])

Jacky pak rozlišujeme podle toho, zda jsou pevně zabudované anebo jsou modulární, u těch pak volíme typ uchycení. Pokud je jack uchycený do obdélníku s normou pevně danými rozměry pomocí zarážky a západky, jedná se o typ uchycení KEYSTONE. Výrobci však často vyrábějí typové řady s vlastními způsoby uchycení, ty pak označujeme jako NON-KEYSTONE. [1]



Obrázek č. 15: Non-Keystone a Keystone (Zdroj: [8])

U plugů si musíme dávat pozor, zda jsou jejich zářezové kontakty určeny pro konstrukci vodiče typu lanko nebo drát. Zářezové kontakty pro drát tvoří „trojzubec“, kdy krajní špičky jsou vyhnuty do jedné strany a prostřední na opačnou, drát poté dosedá doprostřed této pomyslné kolíbkky. U plugu pro lanko najdeme pouze dvě špičky, které se zařezávají do středu vodiče, jsou tedy obklopeny lanky, což nám zajistí spojení. [1]

1.9.1 Přepojovací panely metalických kabelů

Přepojovací panely (patch panel) představují snadný způsob pro přepojování. Kabel z trasy je v případě metalického kabelu zakončen konektorem typu jack přiveden do zadní strany přepojovacího panelu. Propojovacím kabelem (patch cord) poté propojíme port v přepojovacím panelu s portem v aktivním prvku. [1]

Při výběru přepojovacích panelů máme širokou škálu druhů a konstrukčních typů. Můžeme zvolit integrované přepojovací panely, ty jsou pevně osazeny a nelze v nich měnit počet ani typ prvků nebo modulární (určené pro Keystone a Non-keystone), kde si můžeme vybrat počet prvků a jejich typ, kterými je osadíme a posléze je můžeme i měnit. Co se týče rozměrů, nejčastěji se budeme setkávat s šířkou do montáže 19“, existují však i jiné rozměry (10“, 21“, ...). Výška se udává v Unitech (U), kdy 1U = 44,45 mm. Na 1U připadá obvykle 24 portů. [1]

Přepojovací panely pak mohou mít prvky, které nám pomáhají s organizací kabeláže a zachováním minimálního poloměru ohybu. Lze si pod tím představit lomené panely nebo panely s vyvazovací lištou. [1]

1.9.2 Datové zásuvky

Slouží pro ukončení linky připojovacím kabelem, potom dojde k propojení portu datové zásuvky s koncovým zařízením (PC, tiskárny, ...). I zde máme na výběr z integrovaných a modulárních. Zásuvky můžeme umísťovat na omítku, do parapetního žlabu, pod omítku do instalační krabice nebo do jiných speciálních prvků, např. do speciálních držáků. [1]

1.10 Konektivita optických vláken

Spojení optických vláken můžeme zajistit několika způsoby:

- Za pomoci optických konektorů a adaptérů
- Svařováním vláken
- Využívání opto-mechanických spojek

Mezitím co u prvků konektivity metalické kabeláže se konektor nebo adaptér přímo podílel na přenosu signálu, u optických spojů slouží tyto prvky k centrování středu optických vláken pro jejich přesné napojení. Používáme zde systém napojení konektor-adaptér-konektor. [1]

Základní části optického konektoru je ferule, kterou prochází optické vlákno, na jejímž konci je zabroušeno a zaleštěno. V adaptéru jsou poté dvě vlákna protilehlých konektorů na sebe usazena. Při spojování musíme dbát na to, aby mezi čely konektorů nevznikla vzduchová mezera. [1]

U konektorů také existují různé druhy broušení, jednoduchý, PC a APC, které spolu nelze kombinovat. APC je broušení pod určitým úhlem, ten může být v některých případech různý, musíme vždy spojovat broušení se stejným úhlem. [1]

Je nutné si také hlídat, zda není v průchodce žádná nečistota nebo přímo nečistota na feruli. Popřípadě chybně nastavená průchodka. Všechny tyto uvedené vztahy by měly za důsledek vznik útlumu. [1]

Některé druhy vláken nemusí být vhodné pro přímé nasazení optických konektorů. Jedná se o vlákna s volnou sekundární ochranou, ty musíme prvně spojit s tzv. Pigtailem. Tím

rozumíme vlákno s těsnou sekundární ochranou na jednom konci zakončené konektorem. V tomto případě spojíme Pigtail s vláknem již dříve uvedeným svařováním nebo opto-mechanickou spojkou. [1]



Obrázek č. 16: Optické konektory (Zdroj: [11])

1.10.1 Přepojování optických vláken

Optické kabely jsou v datovém rozvaděči ukončeny v optické vaně (ODF – Optical Distribution Frame), jedná se o přepojovací panel pro optická vedení. Slouží nejen pro přepojování, ale i k ochraně optických spojů a k uložení rezervy vláken. V ODF existuje velká řada provedení, ať už rozměrů nebo způsobu zpracování čelního panelu. [1]

I zde využíváme propojovacích kabelů pro spojení ODF a aktivních prvků v případě optiky tyto kabely nazýváme jumpery. [1]

1.11 Datové rozvaděče

V datových rozvaděčích jsou umístěny veškeré prvky konektivity, aktivní prvky, zdroje, organizéry kabeláže, servery, boxy, ventilátory a mnoho dalších prvků. Tvoří uzly komunikační infrastruktury. [1]

Datové rozvaděče se vyrábějí v různých provedeních a rozměrech a mají mnoho dělení. Nejčastěji je rozlišujeme podle umístění, to může být stojanové nebo nástěnné, existují však i další, např. do zdvojených stropů a podlah. Podle provedení rozdělíme rozvaděče na skříňové konstrukce (uzavřené) a rámové (otevřené). Samozřejmě nás zajímá i rozměr zástavby. Běžně se setkáme s 19“, používají se však i jiné, např. 10“ u malých rozvaděčů. Výšku udáváme v unitech. Rozteč otvorů pro montáž prvků v montážní liště odpovídá právě rozměru 1 U. [1]

Nezbytnou součástí datových rozvaděčů jsou i prostředky pro organizaci kabeláže, ty nám umožňují snadnou manipulaci s kabely a zachování minimálních poloměrů ohybu, také zachovávají dobrou estetickou stránku. Existují organizéry horizontální a vertikální. [1]

Některé prvky umístěné v datovém rozvaděči vytváří teplo, tudíž je potřebné zajistit dostatečné chlazení, aby nedošlo k přehřátí, to zajišťují např. ventilační jednotky nebo klimatizovaná místnost. Pro sledování nejen teploty, ale i dalších parametrů (stavy napájecí jednotky) můžeme využít monitorovacích jednotek. [1]

1.12 Značení kabeláže a jejích prvků

Pro přehlednost musíme veškeré kabely a prvky kabeláže mít řádně označeny. Způsob značení je zhotoven při zpracovávání projektu, změny při instalaci jsou pak zaznačeny. Značení následně evidujeme v kabelových tabulkách a výkresové dokumentaci. [1]

Rozlišujeme 3 typy značení. Identifikační popisuje a upřesňuje jednotlivé prvky informační komunikační infrastruktury. Informační sděluje podstatné skutečnosti a pro varování před nebezpečím nám slouží výstražné značení. [1]

U značení musíme dodržovat čitelnost, jednoznačnost, odolnost proti vnějším vlivům a proti smazání nebo poškození. Norma nám také určuje, co vše musí být značeno z těchto základních:

- Kabely nejméně na obou koncích
- Kabelové svazky na obou koncích, v místě větvení a křížení
- Patch panely a jejich porty
- ODF a jejich porty
- Aktivní prvky a jejich porty
- Datové rozvaděče
- Místnosti rozvaděčů a serverovny
- Zásuvky a jejich porty

Kabeláž a její prvky pak značíme identifikačním kódem. Ten má dva způsoby tvorby: přímý a reverzní. [1]

1.12.1 Přímý identifikační kód

Tento kód přiřazuje port datové zásuvky portu přepojovacího panelu. Je tedy naprosto nezbytné v kódu uvést číslo objektu, patra, místnosti, zásuvky v místnosti a portu v zásuvce. Rozsah tohoto kódu je 8-12 znaků. Nad port RJ45 lze umístit při dobré čitelnosti 5 znaků. Využití tohoto kódu je tedy spíš u menších sítí. [1]

O.PP.MMM.ZZ.X

O – číslo objektu

PP – číslo podlaží

MMM – číslo místnosti

ZZ – číslo zásuvky

X – číslo portu zásuvky

1.12.2 Reverzní identifikační kód

V tomto případě je portu zásuvky přiřazen port přepojovacího panelu v konkrétním datovém rozvaděči. Kód je kratší a zajišťuje nám čitelnost. [1]

RPXX

R – Označení datového rozvaděče

P – Označení přepojovacím panelu

XX – Číslo portu v přepojovacím panelu

U datového rozvaděče a přepojovacího panelu rozsah AN tudíž 10 číslic (0-9) a 26 znaků abecedy (A-Z). Port v přepojovacím panelu značíme rozsahem 1-99. [1]

1.13 Zónová kabeláž

Mohou nastat případy, kdy přesně nevíme, jaké bude rozmístění jednotlivých datových zásuvek na pracovišti. Pokud budeme některé prostory pronajímat, budou chtít různí nájemníci odlišné rozmístění, což může být i případ tohoto projektu, nebo se na některých místech mění počet uživatelů a rozmístění jejich pracovišť. Jedná se o tzv. Open Office kanceláře, kde neustále probíhají změny. [1]

V tomto případě by klasická kabeláž, kde jsou předem dány umístění a počty portů, neuspěla. Proto byla zavedena zónová kabeláž. [1]

Do horizontální linky je vsazen konsolidační bod (CP) a jsou v něm ukončena pevná vedení linky vedoucí z přepojovacích panelů. Umístíme ho do oblasti, kterou chceme, aby obsloužil, vytvoří nám tedy zónu. Z CP pak vede speciální flexibilní kabel pro propojení s datovou zásuvkou. Ten musí být flexibilní (tudíž konstrukce vodiče lanko), ale zároveň musí být přizpůsoben pro zářezové kontakty pro vodič typu drát. Tento problém vyřešíme konstrukcí vodiče, lankem potaženým cínovou lázní nebo speciálním flexibilním drátem. S portem zásuvky jsou pak klasickým způsobem pomocí přepojovacích kabelů připojena koncová zařízení. [1]

Flexibilní vedení má také větší útlum, tudíž větší délku flexibilního vedení => celková menší délka kanálu. [1]

CP existuje mnoho typů a druhů, v tomto projektu budou použity CP určené pro montáž do stropních podhledů. Existují samozřejmě i jiné druhy, které se liší ať už umístěním, nebo rozměry a počtem portů. [1]

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU A POŽADAVKŮ

V této kapitole budou přiblíženy základní informace o investorovi a jeho požadavcích, od kterých se celý návrh odvíjí a ovlivňuje zvolené postupy řešení. Dále se bude věnovat popisu objektu, pro který je projekt návrhu komunikační infrastruktury zpracováván.

2.1 Popis společnosti DORM

DORM je společnost zabývající se výrobou nábytku a vybavení interiérů pro bytové a komerční prostory. Poskytuje komplexní služby při zařizování interiérů na míru od návrhu až po konečnou realizaci. Nabízí profesionální přístup podložený dlouhodobou zkušeností v oboru, klade důraz na detail a precizní řemeslné zpracování kombinované s moderními výrobními technologiemi, což zaručuje vysokou kvalitu výrobku. Firma se nachází v obci Chrudichromy blízko Boskovic.



Obrázek č. 17: Logo DORM (Zdroj: [6])

2.2 Požadavky investora

Pro provedení přístavby nové výrobní haly a administrativních prostor se společnost rozhodla modernizovat vnitřní prostory. Jedná se především o starší část objektu, kde mají být vytvořeny kanceláře a malá montážní dílna, které budou následně poskytovány k pronájmu. Součástí této rekonstrukce by mělo být dokončení interiéru prvního patra nové části a zpracování komunikační infrastruktury v celém objektu.

Komunikační infrastruktura s rychlostí přenosu 100 Mbit/s, na portu pracovní stanice požadovaná technologie GE

Bezdrátová síť Wi-Fi v celé budově

Redundance páteřních spojů

Vstupní systém – čtečky karet u vchodů

Příprava datových zásuvek pro IP kamery

Záruka nejméně 20 let

Zaměstnanec bude mít u pracovního místa 3 porty pro připojení do sítě

Možnost rozšíření kapacity sítě do budoucnosti

Kabely budu vedeny pomocí stropních podhledů

Pro prostory určené k pronájmu zpracování zónové kabeláže

2.3 Popis objektu

Objekt můžeme rozdělit na starou a novou část. Pro přehlednost bude stará část označována jako A, a nová část jako B. Je plánována modernizace a reorganizace vnitřních prostor. Část A byla částečně opravena v době přístavby části B. Bohužel vnitřní prostory zůstaly téměř nevyužity, anebo se využívají jako skladiště. Firma se proto rozhodla pro přestavbu interiéru této části. Jsou zde naplánovány kancelářské prostory, které budou pronajímány. V celém prvním patře a z jedné místnosti v přízemí má vzniknout kancelář typu Open Office, kde si nájemníci zvolí, podle jejich potřeb, jak bude kancelář uspořádána. V přízemí má také vzniknout malá montážní dílna. V části B byla při dostavbě spousta věcí zařízena dost hekticky, dbalo se spíše na funkčnost než na praktičnost a estetiku a vnitřní prostory prvního patra nejsou dokončeny. Spolu s rekonstrukcí části A tedy dojde k dokončení prostor části B, převážně v prvním patře, kde vznikne moderní zázemí. V této části se nachází velká dílna, skladové prostory, administrativní prostory a technické zázemí. Z tohoto poté vyplývá vytvoření nové komunikační infrastruktury ve všech částech objektu.

2.4. Popis jednotlivých poschodí části A

2.4.1 Přízemí části A

A1.01 – Průjezd do areálu – před průjezdem bude umístěna IP kamera

A1.02 – Vstupní chodba – před vstupní chodbou bude umístěna IP kamera, která dohlíží na dvůr

A1.03 – Kancelář – pro 2 pracovníky, každý bude mít přidělenou 3 portovou zásuvku, dále zde bude 2 portová zásuvka pro tiskárnu a další příslušenství, dále zde bude umístěn Wi-Fi router

A1.04 – Kancelář – pro open office, budou se zde nacházet dva 24 portové konsolidační body a AP

A1.05 – Montážní dílna – jsou zde plánovány dvě 2 portové zásuvky pro zapojení PC nebo strojů, zároveň zde na stěně bude umístěn AP a IP kamera

A1.06 – Kancelář – pro 3 pracovníky, každý bude mít přidělenou 3 portovou zásuvku, dále zde bude 2 portová zásuvka pro tiskárnu a další příslušenství

A1.07 – WC



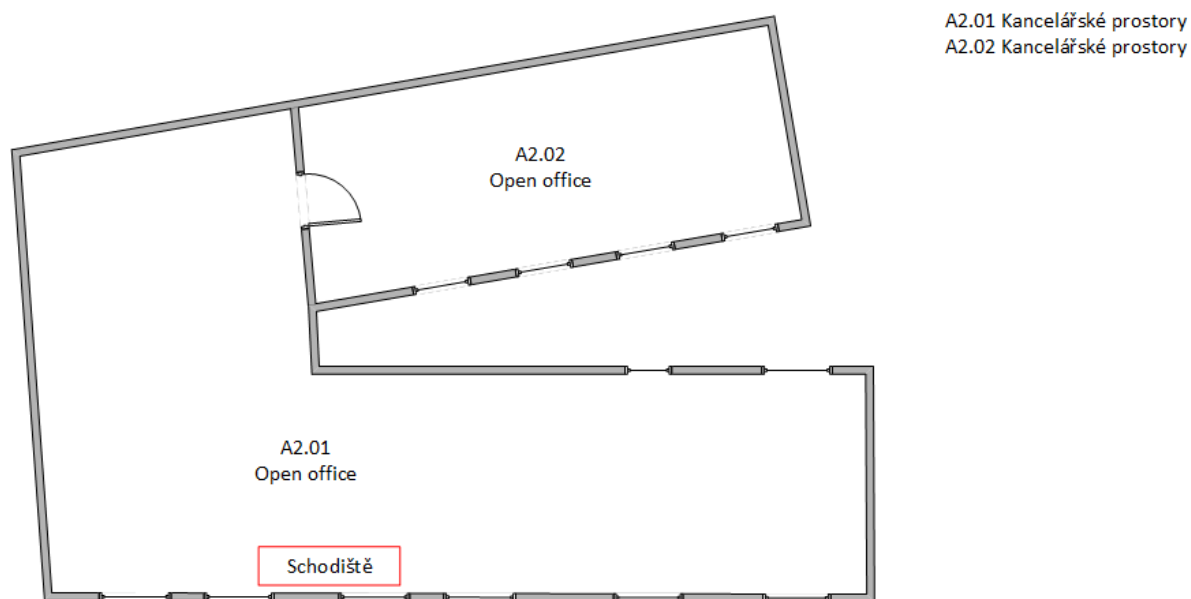
Obrázek č. 18: Přízemí objektu A (Zdroj: Vlastní zpracování)

2.4.2 První patro části A

A2.01 – Kancelářské prostory – pro open office, budou se zde nacházet tři 24 portové konsolidační body, bude zde umístěn datový rozvaděč pro část A, a Wi-Fi router

A2.02 – Kancelářské prostory – pro open office, budou se zde nacházet dva 24 portové konsolidační body, na stěně bude umístěn Wi-Fi router

Plánuje se rozdělení prostorů kanceláří pomocí příček.



Obrázek č. 19: První patro objektu A (Zdroj: Vlastní zpracování)

2.5. Popis jednotlivých poschodí části B

2.5.1 Přízemí části B

B1.01 – Zádveří – před zádveřím bude umístěna IP kamera

B1.02 – Sklad hotových výrobků – bude zde umístěna jedna 3 portová datová zásuvka pro pracovní stanici a IP kamera

B1.03 – Chodba

B1.04 – Mezisklad – bude zde umístěna jedna 3 portová datová zásuvka pro pracovní stanici, IP kamera a na stěně Wi-Fi router, před vstupem se bude nacházet IP kamera

B1.05 - Umývárna

B1.06 – WC ženy

B1.07 – WC muži

B1.08 – Úklidová místnost

B1.09 – Výrobní hala – jsou zde plánované 2 portové datové zásuvky, konkrétně 5, pro zapojení strojů (PC), dále zde budou umístěny 2 IP kamery a na středovém sloupu Wi-Fi router u zadního vstupu pak bude umístěna IP kamera

B1.10 – Výtahová šachta

B1.11 – Sklad + technická místnost – v této místnosti bude umístěna IP kamera



Obrázek č. 20: Přízemí objektu B (Zdroj: Vlastní zpracování)

2.5.2 První patro části B

B2.01 – Schodiště

B2.02 – Chodba – bude zde na stěně umístěn Wi-Fi router

B2.03 – Šatna muži

B2.04 – Umývárna muži

B2.05 – Šatna ženy

B2.06 – Umývárna ženy

B2.07 – WC muži

B2.08 – WC ženy

B2.09 – Serverovna – bude zde umístěn hlavní datový rozvaděč

B2.10 – Chodba

B2.11 – WC

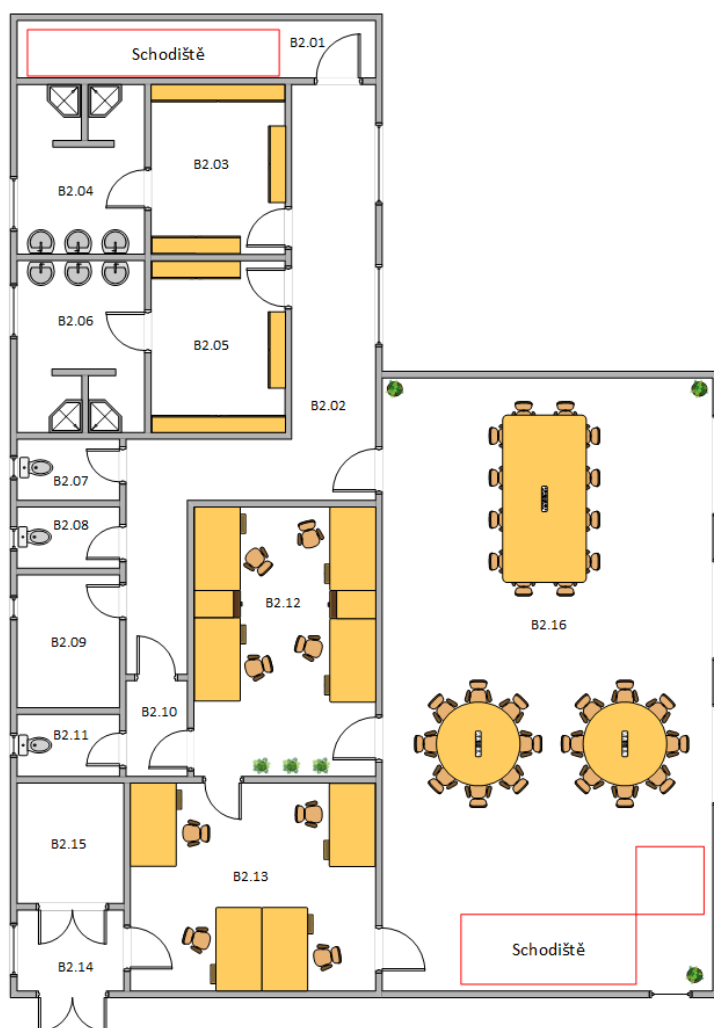
B2.12 – Kancelář – pro 4 pracovníky každý z nich bude mít k dispozici jednu 3 portovou zásuvku, dále zde bude umístěna jedna 2 portová zásuvka pro tiskárnu případně jiné příslušenství

B2.13 – Kancelář – pro 4 pracovníky každý z nich bude mít k dispozici jednu 3 portovou zásuvku, dále zde bude umístěna jedna 2 portová zásuvka pro tiskárnu případně jiné příslušenství

B2.14 – Chodba

B2.15 – Výtahová šachta

B2.16 – Nabízejí se tři možnosti. Vzorkovna, kancelářské prostory nebo jednací místnost. Bude zde umístěn jeden 24 portový konsolidační bod, jedna 2 portová zásuvka a Wi-Fi router.



- B2.01 – Schodiště
- B2.02 – Chodba
- B2.03 – Šatna muži
- B2.04 – Umývárna muži
- B2.05 – Šatna ženy
- B2.06 – Umývárna ženy
- B2.07 – WC muži
- B2.08 – WC ženy
- B2.09 – Serverovna
- B2.10 – Chodba
- B2.11 – WC
- B2.12 – Kancelář
- B2.13 – Kancelář
- B2.14 – Chodba
- B2.15 – Výtahová šachta
- B2.16 – Vzorovna + kancelář x jednací místnost

Obrázek č. 21: První patro objektu B (Zdroj: Vlastní zpracování)

3 ROZBOR MOŽNÝCH ŘEŠENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍHO Z NICH

Tato kapitola se zabývá zhodnocením jednotlivých možností řešení daného problému a výběru jednoho z nich, které je následně využito a rozvinuto ve vlastním návrhu řešení.

3.1 Rozmístění datových rozvaděčů

V celém objektu budou umístěny dva datové rozvaděče. Každý z nich pokryje celou jednu část objektu, ve které se nachází. Pro umístění hlavního datového rozvaděče se nabízí místnost B2.09 v prvním patře objektu B, ze které se stane uzamčená serverovna. Tudíž lze využít konstrukci stojanového rámu umožňujícího snadnější přístup k jednotlivým komponentům rozvaděče. Pro situování druhého datového rozvaděče se nabízí první patro části A, bohužel zde není možné vyčlenit místnost pro jeho umístění, jako je tomu v prvním případě. Proto je nutné zvolit datový rozvaděč skříňové konstrukce s uzamykatelnými dveřmi, aby neoprávněné osoby nemohly manipulovat s prvky rozvaděče a následně je poškodit nebo zničit. Zároveň je nutné zajistit, aby tento rozvaděč byl umístěn způsobem, kterým nebude překážet při pohybu osob v kanceláři.

Dalším problémem, který je nutné vyřešit, je chlazení jednotlivých rozvaděčů. V případě hlavního datového rozvaděče disponujícího konstrukcí otevřeného rámu, která zajišťuje lepší předpoklady pro chlazení. Místnost, kde je umístěn, bude klimatizována. Problematictější to je u druhého rozvaděče skříňové konstrukce. Zde se jako řešení nabízí buď zavedení ventilátorové jednotky a dobré proudění vzduchu, nebo pořízení vlastní klimatizační jednotky.

3.2 Kabelové trasy

Pro vedení kabelových tras se nám nabízí mnoho eventualit. Nejpraktičtější je tažení kabeláže ve zdvojené podlaze. V tomto případě však zvítězil postup tažení kabelů ve stropních podhledech, které se již ve většině objektu nachází, a tam, kde nejsou, je lze rychle a poměrně za nízkých nákladů doplnit. Existuje mnoho možností, jakým způsobem kabeláž v podhledech vést. Setkáme se s kabelovými žebříky, drátěnými rozvodnými systémy, kovovými žlaby a s mnoha dalšími řešeními. Po poradě s investorem byly zvoleny plné kovové žlaby s možností nasazení víka pro vedení páteřní sekce. U

metalických kabelů horizontální sekce ve stropních podhledech použijeme drátěné rozvodné systémů. U koncových částí trasy pro vedení kabelů horizontální sekce v případě dílny a skladových prostor využijeme plastové lišty a u kancelářského prostředí vyřešíme koncovou část pomocí tažení kabelů zdmi v elektroinstalační trubce.

3.3 Přepojovací panely

Při výběru přepojovacích panelů máme na výběr z mnoha možností. Prvním konstrukčním prvkem, který při volbě hraje velkou roli je, zda se jedná o integrované nebo modulární panely. Jako řešení v tomto projektu bylo vybráno modulární řešení, a to z důvodů značné flexibility a možnosti zvýšení přehlednosti. Sami si poté můžeme vybrat, jakými konektory osadíme volná místa v přepojovacím panelu. Podle barvy konektorů pak můžeme rozlišit jednotlivé sekce nebo koncová zařízení. V našem případě tento postup využijeme pro rozlišení jednotlivých podlaží v části A a B. Toto východisko výrazně zjednoduší přehlednost zapojení v datovém rozvaděči. Pro lepší uchycení kabelů k přepojovacímu panelu slouží vyvazovací lišta. Existují přepojovací panely, které mají tuto lištu již od výroby. Projekt počítá s panely bez této lišty, pokud se rozhodneme tuto lištu využít, lze ji snadno dokoupit. U integrovaných přepojovacích panelů lze konstatovat, že se jedná o levnější řešení.

3.4 Uživatelské rozhraní

U datových zásuvek se také uchýlím k modulárnímu řešení. V celém projektu je možné se setkat s 2-3 portovými zásuvkami. Datové zásuvky nacházející se v kancelářských prostorech jsou z estetických důvodů určeny pro montáž do zdi, pro vedení kabelů zdmi do elektroinstalačních krabiček poslouží elektroinstalační trubky. Jako druhá alternativa se nabízelo vedení poslední části trasy linky v plastových lištách, do nichž by se posléze umístily i zásuvky. Tohle řešení by však nevypadalo vzhledově tak dobře jako první možnost. U datových zásuvek, nacházejících se v dílně nebo skladových prostorech, musíme brát v potaz jinou povahu prostředí, než kterými jsou kancelářské prostory, a vybrat řešení, které poskytne určitou ochranu proti poškození a prachu, hlavně ve výrobní dílně.

3.5 Aktivní prvky

Od různých výrobců se setkáme s širokou škálou nabídky aktivních prvků, ve které je někdy obtížné se orientovat. Kromě klasických switchů se můžeme setkat i s modulárními řešeními, ke kterým přistoupíme v rámci této práce. Ty umožňují seskládat si z jednotlivých modulů, které výrobce nabízí a je jich opravdu široký výběr, aktivní prvek do podoby, kterou potřebujeme. Modulární switche nám poskytují mnoho výhod, lze uvést např. propojení modulů sběrnicí, lehká rozšiřitelnost v podobě přidání dalšího modulu do volného slotu nebo snadná výměna jednotlivých částí. Jako cenu za to, kolik výhod nám modulární switche nabízí, lze uvést větší finanční náročnost. Nejedná se totiž o levné řešení. Přistoupil jsem k modulárním switchům od značky HP, konkrétně jejich divize HP enterprise a Aruba, které se již dlouho dobu zaměřují na výrobu aktivních prvků. Na jejich stránkách je srozumitelně a přehledně popsáno, jak jejich výrobky fungují a co za služby poskytují. V 3D konfigurátoru si pak můžou potenciální zákazníci nakonfigurovat modulární switch dle svých požadavků.

Při výběru access pointů je dobré uchýlit se také k výrobcí HP a jeho divizím, které poskytují dobrý poměr ceny a výkonu v tomto odvětví. Důležitým parametrem při výběru aktivního prvku zajišťujícího bezdrátové připojení v rámci firmy je v tomto případě produkt, který nabízí POE (Power over ethernet). To nám umožňuje napájet access point pomocí mnou zvoleného metalického kabelu. Samozřejmě tuto funkci musí umět i switch v datovém rozvaděči, což u použitého řešení není problém. Funkci POE použijeme i u IP kamer. V objektu se nepočítá s masivním využíváním bezdrátového připojení. Většina pracovníků bude pracovat na zařízeních připojených do sítě pomocí kabelů.

3.6 Open Office kanceláře pro pronájem

V části A nalezneme kanceláře určené k pronájmu. Některé prostory těchto kanceláří budou organizovány a rozloženy pomocí různých příček. Tudiž si nájemci sami určí rozložení těchto prostor a po dobu pronájmu si mohou rozestavení i měnit. V tomto případě tedy nelze použít pevné usazení přípojných míst. Proto zde trasa končí v konsolidačních bodech umístěných ve stropních podhledech. Umístění bodů je plánováno blízko sloupků rozdělujících prostory, aby pomocí nich mohla být poté trasa svedena dolů a odtud již vedena v lištách až k datovým zásuvkám, popřípadě datovým

boxům, jejichž rozmístění si určí nájemce. Tohle řešení nám umožní zajistit potřebnou flexibilitu umístění přípojných míst.

Dalším místem, kde nalezneme konsolidační bod, je místnost B2.16. Rozložení této místnosti a účel, k němuž bude využívána, není dosud znám ani investorovi. I zde tedy není vhodným řešením pevné usazení přípojných míst. Místnost pak lze využívat k různým potřebám firmy, ať už se jedná o zasedací místnost, kancelář či vzorkovnu.

4 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ

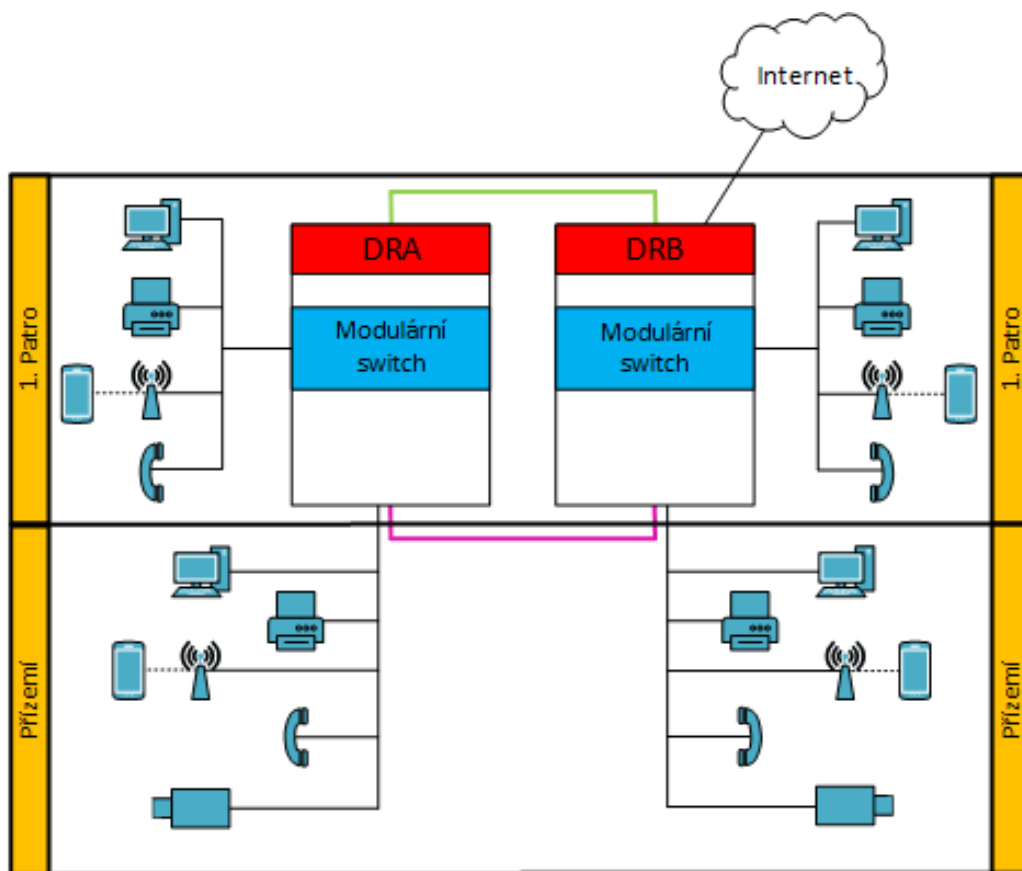
Kapitola se zabývá vlastním návrhem řešení, kdy na základě požadavků investora a analýzy zvolím jednotlivé prvky kabeláže, způsob značení a aktivní prvky. To vše je doplněno o schéma propojení jednotlivých prvků a ekonomické zhodnocení.

4.1 Návrh sítě

Oba datové rozvaděče budou osazeny modulárním switchem, jejichž následné propojení zajistí optické páteřní vedení. Také bude zajištěna redundance pomocí druhého propojení, to povede i jinou fyzickou trasou. Umístění datových rozvaděčů je zamýšleno tak, aby nebyla přesáhnuta maximální délka linky.

Podle požadavků investora bude využita technologie GE. Požadovaná rychlost na portu pracovní stanice je 100 Mbit/s. Kabel Cat. 6 postačuje pro splnění těchto podmínek

4.1.1 Logické schéma



Obrázek č. 22: Logické schéma (Zdroj: Vlastní zpracování)

4.2 Počet portů a jejich umístění

Základním předpokladem pro určení počtu portů v místnostech je především účel, k jakému bude místnost používána. V kancelářských prostorách bude třeba mít mnohem větší množství přípojek než např. v prostorách skladových. Také je nutné zachovat rezervu v případě, že bude potřeba více přípojek, než kolik je plánováno při současném stavu. V místech, kde víme, kolik pracovníků zde bude pracovat, rozmístíme jednotlivé datové zásuvky podle požadavků investora a přímo je propojíme horizontálním kabelem s patch panelem. Budeme počítat s 3 porty pro zaměstnance a do jednotlivých kanceláří budou umístěny i 2 porty pro multifunkční tiskárny, popřípadě pro jiná příslušenství. V budově se však nachází i spousta míst, kde přesně nevíme, jaký počet pracovníků se plánuje, a tudíž ani neznáme využívaný počet portů. Jak již bylo řečeno v rozboru možných řešení, tento problém vyřešíme pomocí 24 portových konsolidačních bodů. I zde budeme počítat s tím, že nájemcům budou postačovat 3 porty na pracovníka a případně budou požadovat porty pro zapojení různých kancelářských příslušenství. Zároveň zde bude zachována poměrně solidní rezerva pro případ, že by chtěli pracovníci využívat více než 3 porty.

Dále je nutné zajistit dostatečný počet přípojek i pro výrobní prostory, sem patří dílna a sklad. V případě dílny budou rozmístěny podle požadavků investora 2 portové zásuvky pro připojení strojů, tento počet by měl dostačovat i v budoucnu. V každém ze dvou skladů bude připravená pracovní stanice s 3 porty.

Tabulka č. 3: Počet přípojných míst (Zdroj: Vlastní zpracování)

Objekt	Patro	AP	IP kamery	Přípojná místa	Celkem
Část A	Přízemí	3	3	71	77
	1. patro	2		120	122
Část B	Přízemí	2	8	16	26
	1.patro	2		54	56
Celkem portů					281

4.3 Kabeláž

Základním předpokladem pro dobrou komunikační infrastrukturu je výběr kvalitní kabeláže. Proto je důležité volit kabely od ověřených a kvalitních výrobců. Tyto požadavky splňuje výrobce BELDEN, jehož kabeláž v projektu využiji.

4.3.1 Kabeláž páteřní sekce

Pro propojení datových rozvaděčů lze použít duplexní kabely BELDEN GIPS8E2 s těsnou sekundární ochranou. Přenosový mód je SM. Materiál pláště je bezhalogenový, což je důležitý parametr, vzhledem k tomu, že se v budově bude pohybovat velký počet lidí.



Obrázek č. 23: Optický kabel (Zdroj: [8])

4.3.2 Kabeláž horizontální sekce

Jako kabel pro horizontální sekci byl vybrán BELDEN 7812ENH. Jedná se o nestíněný kabel cat. 6. Konstrukce vodičů typu drát je vhodná pro pevné vedení horizontální sekce od přepojovacího panelu k datové zásuvce, popřípadě konsolidačnímu bodu. Vodiče v páru jsou svařeny, což nám zajišťuje lepší přenosové parametry a nenarušení symetrie zkroucených párů v ohybech. Materiál pláště je stejně jako u optického kabelu bezhalogenový.



Obrázek č. 24: Metalický kabel (Zdroj: [8])

V případě vedení kabeláže od konsolidačního bodu k přípojným místům je potřeba použít speciální flexibilní kabel. Nejlépe kabel s konstrukcí vodiče lanko potažené cínovou lázní.

4.3.3 Pracovní sekce

Pro připojení koncových zařízení a propojení patch panelů a aktivních prvků v datovém rozvaděči se používají propojovací kabely. U nich platí pravidlo pořizovat již zhotovené, protože jsou ve většině případů vybavené mechanickou ochranou plugu proti vytržení nebo zlomení. Tudíž bychom si je neměli vyrábět sami. Pro propojení v datovém rozvaděči jsem se rozhodl použít patch cordy, které poskytuje firma Kassex s.r.o. konstrukce vodičů lanko, cat. 6 a bezhalogenovým materiálem pláště. Také mají menší průměr kabelu (tenkou konstrukci), čímž ulehčí organizaci kabeláže. Pro přehlednost lze rozlišit přízemí a první patro barvou patch cordů. Pro přízemí použít bílé, pro první patro červené a pro kamery a AP šedé. Délka propojovacích kabelů bude variabilní podle vzdálenosti patch panelu od aktivního prvku, ale nesmí překročit 6 m. V projektu se setkáme s délkou v rozmezí 0,5-5 m. Celková délka pracovního vedení, která zahrnuje navíc připojující kabel propojující koncové zařízení a datovou zásuvku, nesmí přesáhnout 10 m.



Obrázek č. 25: Patch cord (Zdroj: [8])

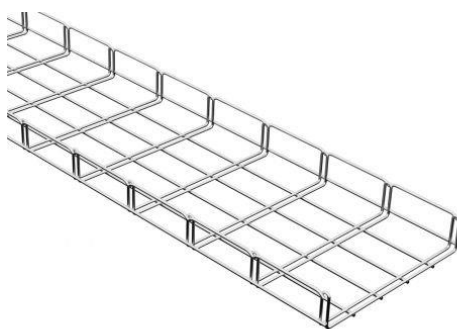
4.4 Trasy kabeláže

4.4.1 Vedení horizontální a páteřní sekce v podhledech

Veškeré kabelážní trasy budou vedené ve stropních podhledech. Pro metalická vedení budou použity drátěné žlaby. Pro páteřní vedení použijeme kabelové žlaby v plném provedení, na které nasadíme víko.

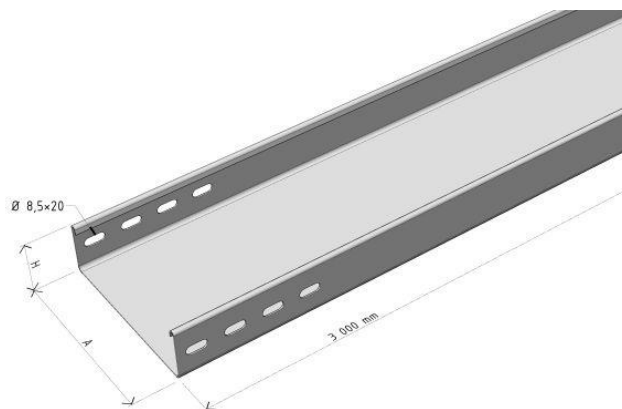
Kabelové žlaby byly vybrány od firmy ARKYS, která vyrábí hned několik rozvodných systémů pro kabelové trasy. S výrobky této firmy se můžeme setkat v mnoha firmách a investor má s výrobky této firmy kladné zkušenosti. Výhodou jejich systémů je lehká montáž a příjemná variabilita, díky které snadno vyřešíme odbočky v trasách a vzhledem k pevné konstrukci i dostatečnou nosnost.

V případě metalického vedení jsem zvolil systém MERKUR 2 s výškou bočnic 50 mm, šířka žlabu se pak liší podle počtu kabelů v něm umístěných. Výrobce poskytuje šířku žlabu v rámci tohoto systému od 50 do 500 mm, v projektu bychom si měli vystačit s šířkou od 50 do 150 mm.



Obrázek č. 26: Drátěný žlab (Zdroj: [12])

Pro páteřní vedení a redundantní trasu se nabízí použití kabelových žlabů řady LINEAR 2. U všech těchto tras si vystačíme s výškou bočnic 50 mm a šířkou žlabu 50 mm.



Obrázek č. 27: Plný žlab (Zdroj: [12])

Pro montáž kabelových žlabů je kromě vlastních žlabů a jejich tvarovacích dílů třeba pořídit mnoho dalších součástí. Jako příklad lze uvést spojky, nosnou konstrukci atd.

Všechny díly pak dají dohromady kompletní celek. Přehled těchto částí je uveden v tabulce materiálu. Kabelové žlaby musí být uzemněny.

U vertikálního vedení bude potřeba upevnit kabely ke žlabu po určité vzdálenosti tak, aby zátěž kabelů byla rozložená a kabely přes ohyb směrem dolů nebyly taženy celou svojí váhou. Kabely budeme připevňovat k vertikálnímu vedení zhruba po 40-50 cm. Pro vertikální vedení v části B se nabízí výtahová šachta. V případě části A se bude za rozvaděčem nacházet prázdný prostor zdvojené stěny, který je možno k vedení kabeláže využít.

Při tažení kabeláže je dále vhodné používat prvky na tvorbu svazků. Můžeme použít například organizér kabelových svazků od firmy PANDUIT.



Obrázek č. 28: Organizér svazků (Zdroj: [8])

Pro svázání kabelových svazků pak zvolíme plastové vázací pásy a textilní vázací pásy se suchým zipem. Musíme si ale dávat pozor, abychom kabely příliš nestáhli, a tak nezhoršili přenosové vlastnosti.



Obrázek č. 29: Textilní páska (Zdroj: [8])

4.4.2 Koncová část horizontální sekce

Pro svedení kabelů ze stropního podhledu k datovým zásuvkám umístěných ve zdi lze použít elektroinstalační trubku od firmy KOPOS z řady SUPER MONOFLEX konkrétního typu 1232HFPP_L50. S vnitřním průměrem 24,3 mm do ní pohodlně umístíme potřebné množství kabelů. Materiál, z kterého je vyrobena, je bezhalogenový.



Obrázek č. 30: Elektroinstalační trubka (Zdroj: [13])

4.5 Přepojovací panely a uživatelské rozhraní

4.5.1 Patch panel

Jak již bylo nastíněno v projektu budou využity modulární řešení patch panelů. Konkrétně se bude jednat o výrobek firmy PANDUIT a typ PANDUIT CP24BLY. Jedná se o 24 portový neosazený patch panel do montáže 19“ pro moduly řady Mini-Com stejného výrobce. Tento patch panel není vybaven vyvazovací lištou, je možné ji však dokoupit.



Obrázek č. 31: Patch panel (Zdroj: [15])

4.5.3 Datové zásuvky

V projektu bude použito hned několik různých druhů umístění a provedení datových zásuvek. Jednu věc má ovšem většina společnou, je jí modulární provedení pro umístění konektorů od firmy PANDUIT z typové řady Mini-Com. Výjimkou jsou poté datové zásuvky umístěné ve výrobní hale, kde je nutné muset zachovat určitou odolnost a utěsnění proti prachu.

V administrativních prostorech pro připojení pracovních stanic bylo rozhodnuto z estetických důvodů využít datové zásuvky s umístěním do zdi. Kombinací kvality, dobré ceny a decentního designu jsou datové zásuvky TANGO od firmy ABB, které poskytují upevnění tří námi požadovaných konektorů. Také zde máme na výběr z mnoha barevných provedení. Pro instalaci krytu budeme potřebovat rámeček a ve zdi umístěnou instalační krabičku, do níž budou svedeny kabely ze stropních podhledů pomocí elektroinstalační trubky.



Obrázek č. 32: Kryt datové zásuvky (Zdroj: [14])



Obrázek č. 33: Instalační rámeček (Zdroj: [14])

Instalační krabice od firmy KOPOS KPR 68_KA je svojí šířkou a výškou vhodná pro instalaci datových zásuvek TANGO a je též dostatečně hluboká pro zachování poloměrů ohybu kabelů.



Obrázek č. 34: Instalační krabička (Zdroj: [13])

V některých kancelářích se budou také nacházet přípojná místa pro multifunkční tiskárny nebo jiná zařízení, zde jsou plánovány 2 porty. I v tomto případě budou však použity 3 portové zásuvky, které budou osazeny 2 konektory, a do prostoru pro 3 bude umístěna záslepka.



Obrázek č. 35: Záslepka Mini-Com (Zdroj: [8])

4.5.4 Konektor

Jako konektor pro osazení přepojovacích panelů a datových zásuvek jsem vybral PANDUIT CJ688TG z řady Mini-Com s typem uchycení NON-KEYSTONE. Jedná se o nestíněný konektor Cat. 6. Zde je na výběr z mnoha barev. Veškeré datové zásuvky budou osazeny černou barvou konektoru bez ohledu, kde se nacházejí, to platí i u konsolidačních bodů. Konektory v patch panelech je však vhodné barevně rozlišit a zvýšit tak přehlednost v datovém rozvaděči. Použil jsme stejný postup jako u patch cordů, kdy kritériem rozlišení je místo, kde se nachází koncový bod. Pro přízemí bílou barvu konektorů, pro první patro červenou. Žlutou barvu by měly mít konektory pro IP kamery a AP.



Obrázek č. 36: Konektor Mini-Com (Zdroj: [8])

4.6 ODF a propojení optiky s aktivními prvky

Pro ukončení optických kabelů v datovém rozvaděči, uchování rezervy vlákna a vytvoření přepojovacího pole jsem zvolil pevně osazenou optickou vanu PANDUIT NKFD1W24BUDLCZ. Nalezneme zde 24 LC duplex adapterů pro vlákna s módem přenosu SM, jejichž počet bude bohatě dostačovat na propojení rozvaděčů. Ve vaně se nachází dvě cívky, na které lze jednoduše namotat rezervu optického vlákna.



Obrázek č. 37: Optická vana (Zdroj: [15])

Optické vlákno přivedené k datovému rozvaděči musí být před zapojením do vnitřní strany optické vany zakončeno požadovanými konektory. V našem případě LC konektory v provedení duplex PANDUIT FLCDSBUY.



Obrázek č. 38: LC konektor (Zdroj: [15])

Pro propojení vnější strany optické vany a aktivního prvku se používají optické propojovací kabely tzv. jumpery. Kabel v duplexním provedení je na obou stranách

zakončen konektory LC. Opět, jako tomu bylo metalických přepojovacích panelů, výrobce nabízí různé délky, v projektu se setkáme s provedeními od 3 m do 5 m.



Obrázek č. 39: Jumper (Zdroj: [15])

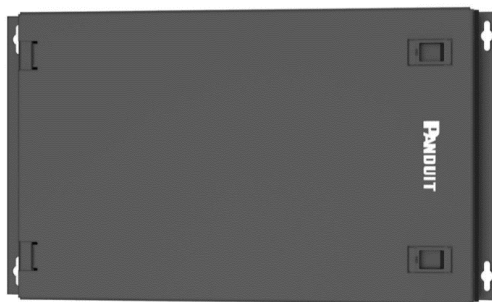
Jelikož jsou optické trasy krátké, bude nutné pořídit optický útlumový článek, aby nedošlo k poškození přijímající diody. Pro připojení do aktivního prvku se musí počítat s pořízením SFP+ modulu, které nám sem umožní zapojit jumper s LC konektory do portu pro SFP+. Modul SFP-PLUS-LR10-HPE pro 10 gigabitové přenosy plně pokryje veškeré potřeby na tento komponent. Modul je určen pro LC duplex konektory a pracuje v duplexním režimu při vlnové délce 1310 nm.



Obrázek č. 40: SFP+ modul (Zdroj: [10])

4.7 Konsolidační bod

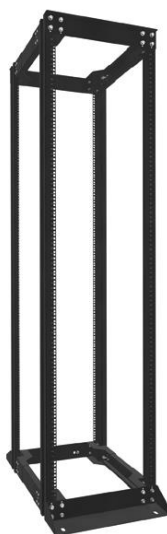
V případě prostor v objektu A, kde se jsou zamýšleny Open office kanceláře, je třeba zvolit vhodný konsolidační bod, který lze umístit do stropního podhledu. Optimálním řešením je v tomto případě produkt PANDUIT CPB24BL, který se dá jednoduše umístit tam, kam potřebujeme, tedy do zdvojeného stropu. Výhodou tohoto CP je možnost osazení patch panelem do montáže 19“, můžeme tedy použít stejný typ, jaký používáme v datových rozvaděcích a ten pak osadit příslušnými konektory. Kabely jsou do CP vedeny boky přes pěnové těsnění, aby nedošlo k ohýbání kabelů přes ostrou hranu.



Obrázek č. 41: Konsolidační bod (Zdroj: [15])

4.8 Datový rozvaděč

V objektu je chystáno umístění dvou datových rozvaděčů. Rozhodl jsem se pro firmu CONTEG, která je dlouhodobým výrobcem těchto produktů. Zároveň vyrábí i různá příslušenství a rozšiřující komponenty rozvaděčů. V části B se bude nacházet hlavní datový rozvaděč, otevřená rámová konstrukce, nacházející se ve vlastní zamčené místnosti. CONTEG RSG4-45-19/74-LF-H s výškou 45 U a rozměrem zástavby 19“ a stavitelnou hloubkou v rozmezí 710-890 mm je ideálním řešením.



Obrázek č. 42: DR otevřený rám (Zdroj: [16])

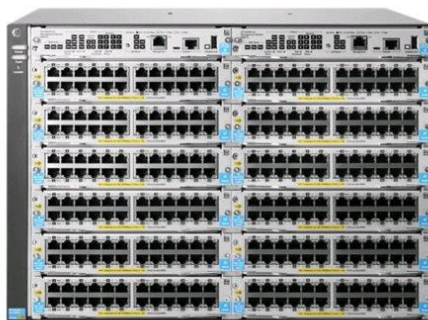
V části A nelze umístit datový rozvaděč do samostatné místnosti, proto je vhodnější skříňová konstrukce, kterou lze zamknout, a zabránit tak přístupu neoprávněných osob. I zde jsem volil řešení od firmy CONTEG typ CONTEG RI7-45-80/80-B s výškou 45 U a rozměrem zástavby 19“ a hloubkou 800 mm. U datových rozvaděčů, se nesmí zapomenout na jejich uzemnění.



Obrázek č. 43: DR skříňová konstrukce (Zdroj: [10])

4.9 Aktivní prvky

Pro řešení aktivních prvků je v tomto případě vhodné vybrat modulární switche, ty budou umístěny v obou rozvaděčích a propojeny mezi sebou pomocí optické páteřní sekce. Výhodou modulárního řešení je snadná konfigurace počtu a druhů jednotlivých portů v aktivním prvku pomocí modulů. Ty jsou po umístění do šasi propojeny sběrníci. Pro potřeby projektu dostačuje modulární switch HPE 5412R zl2, do kterého lze umístit 12 modulů.



Obrázek č. 44: Modulární switch (Zdroj: [18])

Tento switch pak lze snadno osadit jednotlivými moduly. Nezbytné je použití modulů s 8 SFP+ porty pro připojení optických kabelů, a tudíž zajištění propojení obou rozvaděčů. Dále je nutné pořídit moduly s 24 porty pro připojení metalických patch cordů

z přepojovacího panelu. Porty, které jsou určeny pro IP kamery a AP je v případě projektu nutné pořídit modul podporující POE.



Obrázek č. 45: Modul pro modulární switch (Zdroj: [17])

Přístupové body jsou vybrány také od firmy HP a její divize Aruba. HPE Aruba AP12 R2X01A. Disponující portem podporující POE. Poskytuje rychlosti 1300 Mbps při využití frekvenčního rozsahu 5 GHz a 300 Mbps v rozsahu 2,4 GHz. Výhodou je lehká správa zařízení a jednoduchý design. Jakou AP pro místnosti B1.09 a B1.04 je vhodné zvolit řešení s vyšší ochranou vůči vnějšímu prostředí. Lze využít AP Aruba Instant On AP17 s krytím IP55.



Obrázek č. 46: AP HPE Aruba (Zdroj: [19])

4.10 Organizéry kabeláže

Pro organizaci kabeláže v datovém rozvaděči je nezbytné využití organizérů. Existují dva základní druhy organizérů, jimiž jsou vertikální a horizontální. V projektu se setkáme s oběma. Jednostranný horizontální organizér s oky je vhodný pro zajištění organizace kabeláže mezi jednotlivými patch panely. Výška organizéru bude 1 U a délka ok 12 cm by měla zajistit pohodlnou instalaci a dodržení minimální velikosti poloměru ohybu kabelů. Pro lepší upevnění kabelů k patch panelu je možné využít vyvazovací lišty. Existují patch panely, které už mají vyvazovací lištu, v tomto projektu však nejsou

zavedeny, dají se ale snadno dokoupit, pokud by bylo třeba. Jejich použití ale není nutné. Nezbytnou součástí je naopak druhý druh organizéru, a to vertikální, který by měl mít výšku jako datový rozvaděč, tudíž 45 U. Oba organizéry jsou vybrány od firmy PANDUIT.



Obrázek č. 47: Horizontální organizér (Zdroj: [8])



Obrázek č. 48: Vertikální organizér (Zdroj: [8])

4.11 Další komponenty datového rozvaděče

Datové rozvaděče nebo spíše jeho aktivní prvky se neobejdou bez napájecí jednotky. K napájení poslouží jednotka s 8x230V s montáží do 19“ a zabere nám výšku 1 U. Zajímavým příslušenstvím pro datové rozvaděče je i monitorovací jednotka, ta může sloužit ke sledování prostředí, což zahrnuje např. teplotu, vlhkost, kouř a mnoho dalších nebo pozoruje napájení prvků. Tyto jednotky mají širokou škálu použití. Je dobré ji pořídit u skříňového rozvaděče pro monitoring teploty.



Obrázek č. 49: Napájecí jednotka (Zdroj: [10])

Dále je dobré do rozvaděče umístit polici pro uložení nejrůznějších dokumentů. Pro představu v případě této práce je značení prvků kabeláže realizováno pomocí reverzního kódu, proto se nám police bude hodit na uchování tabulky s přehledem místností a výkresy s umístěním jednotlivých datových zásuvek. Existují různé rozměry. Výsuvná police CONTEG DP-PO-450V-H o hloubce 450 mm s výškou 1 U je plně dostačující.



Obrázek č. 50: Police do DR (Zdroj: [10])

Také bude nezbytné pořídit vlastní ventilační jednotku skříňového datového rozvaděče. Dá se využít ventilační jednotka od firmy CONTEG DP-VEL-04-H s 4 ventilátory a termostatem. Alternativním řešením by mohla být ještě vlastní klimatizační jednotka, jedná se ale o mnohem dražší řešení.



Obrázek č. 51: Ventilační jednotka (Zdroj: [10])

4.12 Řešení uživatelského rozhraní ve výrobě

Pro řešení datových zásuvek a připojovacích kabelů v dílně a skladech, bude třeba zvolit jiné řešení než v případě kancelářských prostor z důvodu jiné povahy prostředí. S nejhoršími podmínkami se počítá v případě místnosti B1.09. Jedná se především o prašnost prostředí. I přes odsávací systémy jednotlivých strojů a odvětrání místnosti. Skladové prostory v místnostech B1.02 a B1.04 již nebudou tolik namáhány z hlediska prašnosti z důvodů oddělení výrobní haly dveřmi a clonami.

Pro zajištění odolnosti proti prašnosti v dílně (B1.09) lze použít produkty od firmy PANDUIT z řady IndustrialNet. Plug připojovacího kabelu zapojíme do datové zásuvky, způsobem, s jakým se setkáme u klasických provedení. U konektoru se však nachází závit, na který se nasadí převlečná matka nacházející se na připojovacím kabelu u plugu. Po našroubování matky na závit je zaručená odolnost na úrovni IP67.

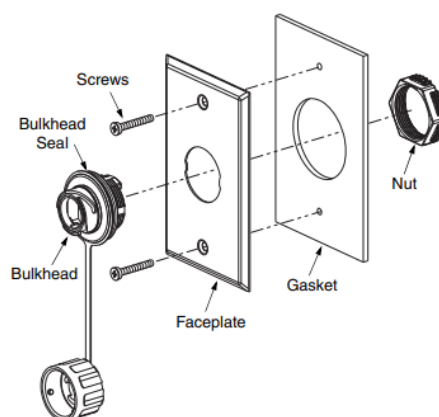


Obrázek č. 52: Konektor PANDUIT IndustrialNet (Zdroj: [15])



Obrázek č. 53: Kryt pro plug (Zdroj: [15])

Konektor se nasadí do díry na krytu zásuvky. Kryt zásuvky lze umístit na elektroinstalační krabíčky standardních rozměrů ať už s umístěním na zeď nebo do zdi. Kabely budou ze stropních podhledů svedeny v případě umístění zásuvek ve zdi pomocí elektroinstalačních trubek a v případě umístění na zdi (zásuvky nacházející se na betonových sloupcích v B1.09) prostřednictvím lišt od firmy KOPOS. Budou použity datové zásuvky s 1–2 porty. Jednoportové využijeme pro kamery a AP.



Obrázek č. 54: Vsazení konektoru do krytu (Zdroj: [15])

Ve skladových prostorách lze pak pro pracovní stanici použít instalační krabici PANDUIT CFPWR4CIG, která poskytne dostačující ochranu. Do ní pak umístíme již předem používané konektory Mini-Com. Prvek nám poskytuje 4 místa pro porty, jeden z nich tedy zůstane rezervní.



Obrázek č. 55: Datová zásuvka IP56 (Zdroj: [10])

V případě montážní dílny A1.05 není potřeba řešit odolnost vůči prachu. Počítá se zde pouze s prováděním lehké práce, lze zde použít stejné řešení jako v případě kancelářských prostor.

4.13 Připojení IP kamer

Datové zásuvky určené pro připojení IP kamer se budou nacházet uvnitř objektu ve zdvojeném stropě. Propojovací kabel bude protažen zdí do venkovního prostoru a poté zapojen v krytu kamery.

4.14 Značení prvků kabeláže

Pro značení portů bude použit reverzní kód. Ten je kratšího rozsahu než přímý, a proto je zachována dobrá čitelnost nad jednotlivými porty. Kód se bude skládat z 5 znaků, ve formátu RPPXX.

První znak (R) nám označuje datový rozvaděč pomocí písmene (rozsah A-Z). V projektu se nachází dva datové rozvaděče, už dříve došlo v projektu k rozdělení celého objektu na dvě části (A, B, to odpovídá skutečnému rozčlenění v podniku). V každé z těchto dvou částí je umístěný DR, z toho plyne, že rozvaděče rozlišíme písmeny A, B podle toho, v jaké části objektu se nacházejí. Vznikne tedy DRA a DRB.

Druhý a třetí znak (PP) označuje číslo patch panelu v datovém rozvaděči.

Čtvrtý a pátý znak (XX) pak následně značí číslo portu v přepojovacím panelu.

Výsledkem tedy bude například kód A0815 a víme, že se jedná o 15 port v datovém rozvaděči A v patch panelu 08.

Tímto způsobem označíme porty v datových zásuvkách, konsolidačním bodě, patch panelech v datovém rozvaděči a také označíme kabel na obou koncích vedení metalického kabelu.

Značení patch panelů bude provedeno následovně PPXX, kdy zkratka PP – patch panel a číselný rozsah 01-99 pro číslo patch panelu v datovém rozvaděči. Podobně tomu je i u značení konsolidačních bodů, které je CPXX, zkratka CP – consolidation point a rozsah 01-99 značí číslo konsolidačního bodu.

Pro značení na kabelech lze využít samolepící štítky, které navineme na kabel. Svazky kabelů pak značíme pomocí vázací pásky s plochou, která slouží pro nalepení štítku.

Nyní je označená horizontální sekce, musí být však označená i sekce páteřní. Optické vany umístěné v DR budou nést označení ve stylu ODFXX, zkratka ODF – optical distribution frame a rozsah 01-99 značí číslo optické vany v datovém rozvaděči. Páteřní sekce je realizována pomocí duplexních optických kabelů, ty označíme způsobem, aby bylo jasné odkud kam směřují (do jakého rozvaděče a adaptéru ODF). Formát značení FROOXX–FROOXX, kde R je písmenem označení datového rozvaděče. OO je číslo optické vany a XX je číslo adaptéru v ODF, obě čísla jsou v rozsahu 01-99. Písmeno F

před kódem vyjadřuje, že se jedná o optickou trasu. Výsledkem tedy bude například FA0102-FB0102, který říká, že se jedná o optický kabel propojující DRA a DRB optické vany číslo 01 a duplexní adaptéry s označením 02. Pro značení redundantní trasy se před kód přidá písmeno R. Optický kabel, který je využíván duplexního provedení tudíž nastane jeden z možných problémů. Buď se popis na kabel neveleze, nebo se stane nečitelným. Je třeba pořídit rozšiřující válečky, které zvětší popisnou plochu a vyřeší tyto problémy.

Pro značení adaptérů a pozic v adaptéru využijeme také reverzního značení a kód bude začínat písmenem F, ten značí, že se jedná o optiku.

4.15 Co není řešeno ve vlastním návrhu

V ve vlastním návrhu (projektu) nebylo řešeno několik částí. Jedná se o

- Flexibilní vedení od konsolidačního bodu a dále, to bude řešeno až při dohodnutí podmínek o pronájmu a požadavků nájemců
- Čtečky vstupních karet, bude zhotoveno externí firmou, která řeší kompletní zabezpečovací systém budovy
- Zemnění kabelových žlabů a datových rozvaděčů
- Výběr konkrétních typů IP kamer, pouze příprava datových zásuvek pro jejich napojení do sítě
- Konkrétní nastavení aktivních prvků

4.16 Ekonomické zhodnocení

Od investora nebyla stanovena hranice rozpočtu. V projektu jsem se snažil najít řešení, které by bylo kvalitní a cenově přijatelné. V tabulkách níže jsou pak uvedeny odhadované ceny materiálu a instalace Včetně rozdělení do jednotlivých skupin. Podrobnější popis je pak uveden v projektové dokumentaci.

Tabulka č. 4: Cena materiálu (Zdroj: vlastní zpracování)

Položka	Cena v Kč bez DPH	Cena v Kč s DPH
Aktivní prvky	815 779,00 Kč	987 092,59 Kč
Datový rozvaděč a jeho příslušenství	75 777,00 Kč	91 690,17 Kč
Kabeláž horizontální a páteřní sekce	98 004,00 Kč	118 584,84 Kč
Prvky konektivity	241 541,00 Kč	292 264,61 Kč
Uživatelské rozhraní	12 210,85 Kč	14 775,13 Kč
Vedení tras kabeláže	140 665,63 Kč	170 205,41 Kč
Cena celkem	1 383 977,48 Kč	1 674 612,75 Kč

Tabulka č. 5: Cena montáže (Zdroj: vlastní zpracování)

Položka	Cena v Kč bez DPH	Cena v Kč s DPH
Instalace a nastavení aktivních prvků	271 926,33 Kč	329 030,86 Kč
Montáž datových rozvaděčů včetně příslušenství	25 259,00 Kč	30 563,39 Kč
Tažení kabeláže a montáž kabelových žlabů	79 556,54 Kč	96 263,42 Kč
Uživatelské rozhraní	4 070,28 Kč	4 925,04 Kč
Montáž prvků konektivity	80 513,67 Kč	97 421,54 Kč
Cena celkem	461 325,83 Kč	558 204,25 Kč

Tabulka č. 6: Celková cena (Zdroj: vlastní zpracování)

Položka	Cena v Kč	Cena v Kč
Celková cena materiál	1 383 977,48 Kč	1 674 612,75 Kč
Celková cena práce	461 325,83 Kč	558 204,25 Kč
Cena celkem	1 845 303,31 Kč	2 232 817,00 Kč

ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Cílem mé bakalářské práce bylo vytvoření návrhu projektu řešícího zasíťování budovy firmy. Vstupem pro návrh byly půdorysy plánovaných prostorů a seznam požadavků stanovených investorem.

Úplně v první fázi zpracovávání práce jsem se zaměřil na získání dostatečného množství vstupních informací od investora, ať už se jedná o jeho požadavky anebo půdorysy objektu, a prokonzultoval jsem s ním, jak by si výsledek představoval a nastínil jsem možné prvotní návrhy řešení.

V další části jsem se zaměřil na sepsání teoretického východiska, které je nezbytné pro pochopení následujících kapitol a jedná se o jejich opěrný bod. Následně jsem provedl analýzu současného stavu a požadavků investora, které pak ovlivňovaly následující části zabývající se návrhem řešení. Před tím jsem však ještě zhodnotil jednotlivé možnosti a následně vybral optimální z nich.

Ve vlastním návrhu jsem pak vybral jednotlivé prvky komunikační infrastruktury a poté je doplnil o jejich krátký popis a také důvod, proč byly zvoleny. Veškeré prvky jsem se snažil vybírat od kvalitních výrobců.

Bakalářská práce může v budoucnu posloužit jako základní podklad pro realizaci konečného projektu pro vybudování sítě v uvedené firmě.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. *Infrastruktura komunikačních systémů I: Univerzální kabelážní systémy*. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.
- [2] SOSINSKY, Barrie A. *Mistrovství - počítačové sítě: [vše, co potřebujete vědět o správě sítí]*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-3363-7.
- [3] HORÁK, Jaroslav a KERŠLÁGER, Milan. *Počítačové sítě pro začínající správce*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-2073-6.
- [4] *Internet a jeho služby* [online]. ©2011 [cit. 2021-03-15]. Dostupné z: <http://ijs.8u.cz/>
- [5] *BeginnersBook: Computer Network Topology – Mesh, Star, Bus, Ring and Hybrid* [online]. ©2012-2021 [cit. 2021-03-17]. Dostupné z: <https://beginnersbook.com/2019/03/computer-network-topology-mesh-star-bus-ring-and-hybrid/>
- [6] *DORM* [online]. ©2009 [cit. 2021-03-17]. Dostupné z: <http://www.dorm.cz/>
- [7] *BELDEN* [online]. ©2021 [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: <https://www.belden.com/>
- [8] *KASSEX* [online]. ©2020 [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: <https://eos.kassex.cz/>
- [9] *FS Community: The Advantages and Disadvantages of Optical Fiber* [online]. ©2009-2021 [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: <https://community.fs.com/blog/the-advantages-and-disadvantages-of-optical-fibers.html>
- [10] *Lancomat* [online]. ©2021 [cit. 2021-04-09]. Dostupné z: <https://www.lancomat.cz/>
- [11] *Fiber optic connectors* [online]. ©2021 [cit. 2021-03-18]. Dostupné z: <https://www.idil-fibres-optiques.com/product/fiber-optic-connectors/>
- [12] *Kabelové žlaby Arkys* [online]. ©2013 [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://www.arkys.cz/cs/titulka>
- [13] *KOPOS KOLÍN a.s.* [online]. ©2021 [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: <https://www.kopos.cz/cs>
- [14] *Domovní elektroinstalace, zásuvky a vypínače – ABB* [online]. ©2021 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://nizke-napeti.cz.abb.com/>

- [15] *Panduit network infrastructure and industrial electrical wiring* [online]. ©2021 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.panduit.com/en/home.html>
- [16] *Conteg* [online]. ©2021 [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.conteg.cz/>
- [17] *Aruba 5400R zl2 Switch Series* [online]. ©2021 [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <https://buy.hpe.com/us/en/networking/switches/modular-ethernet-switches/5400-zl-switch-products/aruba-5400r-zl2-switch-series/p/7074783>
- [18] *HP 5412R zl2 switch AB-COM.CZ* [online]. ©2003-2021 [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: https://www.ab-com.cz/hp-5412r-zl2-switch/?gclid=CjwKCAjw7J6EBhBDEiwA5UUM2soBavgTEwMlM2PvquYormgAzfx_SsCiqOmk5bgbWN4IunO0u3uvfBoCyRcQAvD_BwE
- [19] *HPE Aruba Instant On AP12 CZC.CZ* [online]. ©2021 [cit. 2021-04-24]. Dostupné z: <https://www.czc.cz/hpe-aruba-instant-on-ap12-rw/265474/produkt>

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Sběrníková topologie	15
Obrázek č. 2: Kruhová topologie	16
Obrázek č. 3: Hvězdíková topologie	16
Obrázek č. 4: Stromová topologie	17
Obrázek č. 5: Úplný polynom	17
Obrázek č. 6: Referenční model ISO/OSI	18
Obrázek č. 7: Kroucená dvojlinka	22
Obrázek č. 8: Separční prvky	24
Obrázek č. 9: Ploché kabel	25
Obrázek č. 10: Trojúhelníkový tvar kabelu	25
Obrázek č. 11: Příklad konstrukce FO	26
Obrázek č. 12: MM vlákno	27
Obrázek č. 13: SM vlákno	27
Obrázek č. 14: Jack a plug	27
Obrázek č. 15: Non-Keystone a Keystone	28
Obrázek č. 16: Optické konektory	30
Obrázek č. 17: Logo DORM	34
Obrázek č. 18: Přízemí objektu A	36
Obrázek č. 19: První patro objektu A	37
Obrázek č. 20: Přízemí objektu B	38
Obrázek č. 21: První patro objektu B	40
Obrázek č. 22: Logické schéma	45
Obrázek č. 23: Optický kabel	47
Obrázek č. 24: Metalický kabel	47
Obrázek č. 25: Patch cord	48
Obrázek č. 26: Drátěný žlab	49
Obrázek č. 27: Plný žlab	49
Obrázek č. 28: Organizér svazků	50
Obrázek č. 29: Textilní páska	50
Obrázek č. 30: Elektroinstalační trubka	51

Obrázek č. 31: Patch panel	51
Obrázek č. 32: Kryt datové zásuvky	52
Obrázek č. 33: Instalační rámeček	52
Obrázek č. 34: Instalační krabička.....	53
Obrázek č. 35: Záslepka Mini-Com.....	53
Obrázek č. 36: Konektor Mini-Com	54
Obrázek č. 37: Optická vana.....	54
Obrázek č. 38: LC konektor.....	54
Obrázek č. 39: Jumper	55
Obrázek č. 40: SFP+ modul	55
Obrázek č. 41: Konsolidační bod.....	56
Obrázek č. 42: DR otevřený rám	56
Obrázek č. 43: DR skříňová konstrukce	57
Obrázek č. 44: Modulární switch.....	57
Obrázek č. 45: Modul pro modulární switch	58
Obrázek č. 46: AP HPE Aruba	58
Obrázek č. 47: Horizontální organizér.....	59
Obrázek č. 48: Vertikální organizér.....	59
Obrázek č. 49: Napájecí jednotka	60
Obrázek č. 50: Police do DR	60
Obrázek č. 51: Ventilační jednotka.....	60
Obrázek č. 52: Konektor PANDUIT IndustrialNet	61
Obrázek č. 53: Kryt pro plug	61
Obrázek č. 54: Vsazení konektoru do krytu	62
Obrázek č. 55: Datová zásuvka IP56	62

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka č. 1: Přehled tříd a kategorií.....	22
Tabulka č. 2: Typy kabelů	23
Tabulka č. 3: Počet přípojných míst	46
Tabulka č. 4: Cena materiálu	65
Tabulka č. 5: Cena montáže.....	65
Tabulka č. 6: Celková cena.....	65

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

PAN	Personal Area Network
LAN	Local Area Network
MAN	Metropolitan Area Network
WAN	Wide Area Network
GAN	Global Area Network
ISO	International Standards Organization
OSI	Open System Interconnection
Cat.	Category
UTP	Unshielded Twisted Pair
STP	Shielded Twisted Pair
FTP	Folied Twisted Pair
SM	Single Mode
MM	Multi Mode
U	Unit
ODF	Optical Distribution Frame
CP	Consolidation Point
AP	Access Point
GE	Gigabit ethernet
POE	Power Over Ethernet
IP	Internet Protocol

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: A_1_pudorys_prizemi.....	I
Příloha č. 2: A_1_prizemi_trasy.....	II
Příloha č. 3: A_1_prizemi_trasy_znaceni.....	III
Příloha č. 4: A_2_pudorys_prvni_patro.....	IV
Příloha č. 5: A_2_prvni_patro_trasy.....	V
Příloha č. 6: A_2_prvni_patro_trasy_znaceni.....	VI
Příloha č. 7: B_1_pudorys_prizemi.....	VII
Příloha č. 8: B_1_prizemi_trasy.....	VIII
Příloha č. 9: B_1_prizemi_trasy_znaceni.....	IX
Příloha č. 10: B_2_pudorys_prvni_patro.....	X
Příloha č. 11: B_2_prvni_patro_trasy.....	XI
Příloha č. 12: B_2_prvni_patro_trasy_znaceni.....	XII
Příloha č. 13: 210036_Kohoutek_Jan_Projektova_Dokumentace.....	XIII